

Article

« Et si la main invisible avait le pouce vert ? Aperçu historique sur le développement de "boucles industrielles" dans les économies de marché »

Pierre Desrochers

Management international / International Management / Gestión Internacional, vol. 13, n° 4, 2009, p. 103-114.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/038588ar>

DOI: 10.7202/038588ar

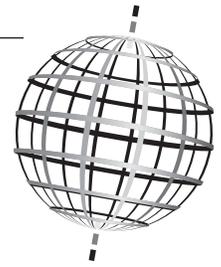
Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : info@erudit.org

Et si la main invisible avait le pouce vert ? Aperçu historique sur le développement de « boucles industrielles » dans les économies de marché.



PIERRE DESROCHERS
Université de Toronto

RÉSUMÉ

Selon nombre de théoriciens du développement durable, la recherche du profit aurait souvent incité les industriels à « externaliser » leurs émissions polluantes plutôt qu'à en réduire l'impact. Plusieurs écrits publiés entre le milieu du dix-neuvième siècle et la naissance du mouvement écologiste moderne suggère au contraire que la conjonction du système des prix, de la recherche du profit et du droit de propriété a favorisé la valorisation des résidus industriels et, par le fait même, l'amenuisement des problèmes environnementaux. Cet article présente un survol rapide des principaux ouvrages de synthèse européens et nord-américains sur cette problématique afin d'illustrer l'universalité de ce processus. Quelques hypothèses sur l'origine de croyances contraires aujourd'hui prépondérantes dans le discours environnementaliste sont finalement suggérées.

Mots clés : développement durable, responsabilité environnementale de l'entreprise, écologie industrielle, recyclage, hypothèse de Porter, droit de propriété.

ABSTRACT

According to several sustainable development theorists, the search for increased profitability has often enticed industrialists to « externalize » rather than reduce their polluting emissions. Numerous books and essays published between the middle of the nineteenth century and the birth of the modern environmental movement suggest to the contrary that the combined effects of the price system, the profit motive and property rights resulted in the development of valuable by-products out of polluting emissions, in the process reducing environmental harm from industrial activities. This essay provides a brief overview of the main European and North American compendiums on the topic in order to illustrate the universal character of this process. A few hypotheses as to the origins of now prevalent contrary beliefs are finally suggested.

Keywords: sustainable development, corporate environmental responsibility, industrial ecology, recycling, Porter hypothesis, property rights

RESUMEN

Según varios teóricos sostenibles del desarrollo, la búsqueda para lo beneficioso creciente ha tentado a menudo a industriales para hacer externo más bien que reduce sus emisiones de la contaminación. Los libros numerosos y los ensayos publicaron entre el centro del diecinueveavo siglo y el nacimiento del movimiento ambiental moderno sugiere por el contrario que los efectos combinados del sistema del precio, del motivo de beneficio y de las derechas de característica dieran lugar al desarrollo de subproductos valiosos fuera de emisiones de la contaminación, en el proceso que reduce daño ambiental de actividades industriales. Este ensayo proporciona una breve descripción de los compendios europeos y norteamericanos principales en el asunto para ilustrar el carácter universal de este proceso. Algunas hipótesis en cuanto a los orígenes de la creencia contraria ahora frecuente finalmente se sugieren.

Palabras claves: desarrollo sostenible, responsabilidad ambiental corporativa, ecología industrial, reciclando, hipótesis del portero, las derechas de característica

L'un des principaux objectifs du développement durable est de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs (Commission mondiale sur l'environnement et le développement, 1987). Selon les tenants de cette perspective, la logique marchande sur laquelle repose le développement de nos économies déboucherait inmanquablement sur l'exploitation à courte vue des richesses naturelles et l'affaiblissement des normes environnementales. En d'autres mots, la pollution serait rentable pour les entreprises, car elle éliminerait les coûts inhérents à une production plus respectueuse de l'environnement.

Des chercheurs issus de disciplines aussi diverses que le génie, la gestion et l'économie suggèrent néanmoins qu'il est possible de réconcilier les aspects économiques

et environnementaux du développement par le biais de la « dématérialisation », c'est-à-dire d'utiliser moins de ressources par unité produite au moyen d'améliorations techniques et d'une plus grande productivité, et la création de « boucles industrielles », c'est-à-dire l'utilisation profitable des déchets d'une entreprise par une autre oeuvrant dans un secteur différent. Si la réalité déjà ancienne du premier concept a été démontrée dans divers travaux (Wernick et al. 1996; Simpson 1999; Kabongo 2005), il n'en va pas de même du second. En fait, la quasi-totalité des chercheurs et théoriciens, y compris les tenants de « l'écologie industrielle » faisant la promotion de telles boucles, soutiennent que, contrairement aux écosystèmes où la plupart des matières sont recyclées ou absorbées de façon constructive, les activités industrielles n'ont jamais été caractérisées par

des processus cycliques débouchant sur une utilisation toujours plus grande des déchets.¹

Plusieurs articles et livres techniques publiés entre les milieux du dix-neuvième et du vingtième siècle décrivent cependant de nombreux cas de valorisation des résidus industriels ayant résulté en des pratiques à la fois plus rentables et moins dommageables pour l'environnement. Selon leurs auteurs, les émissions nocives bien réelles de certaines entreprises sont généralement un phénomène temporaire qui est éventuellement résolu par le développement - parfois lent et coûteux² - de ce que l'on qualifie aujourd'hui de solutions « gagnant-gagnant ». Le plus souvent, la valorisation des déchets et émanations nocives est menée à terme afin de réduire les coûts reliés à leur élimination et de générer de nouveaux revenus. Dans quelques cas, des contraintes réglementaires ou liées au droit de propriété jouent un rôle prépondérant.

L'objectif de cet article est de brosser un tableau rapide des principaux ouvrages de synthèse sur cette problématique afin d'illustrer que les intérêts des entreprises, des individus et de la nature sont souvent plus compatibles qu'on ne le pense aujourd'hui. Nous émettons finalement quelques hypothèses sur les origines de croyances contraires qui sont maintenant dominantes.

Perceptions contemporaines sur la valorisation des déchets industriels

Nombre de théoriciens du développement durable portent un jugement sévère à l'endroit des ingénieurs, entrepreneurs et gestionnaires qui ont érigé les fondements de nos sociétés industrielles dans le cadre du libre marché.³ Flipo (2004, non paginé) résume bien cette perspective lorsqu'il soutient que « l'architecture institutionnelle mise en place depuis des décennies voire des siècles pour 'se développer' est non seulement différente mais franchement contraire à ce qui serait nécessaire pour aller vers des sociétés durables. » Un chef d'accusation commun à nombre d'auteurs issus de disciplines aussi différentes que le génie, l'économie, la gestion, les sciences naturelles et l'histoire, est que ces pionniers n'auraient pas réussi - ou n'auraient même pas songé - à valoriser leurs résidus industriels et à réduire par le fait même la pollution résultant de leurs activités (Desrochers, 2002).

1. L'intuition fondamentale de l'écologie industrielle est simple : pourquoi notre système industriel ne se comporterait-il pas comme un écosystème où les rebuts d'une espèce servent de ressources à d'autres espèces ? On réduirait ainsi la consommation de matières premières et la pollution, tout en permettant aux entreprises d'économiser sur leurs frais d'incinération ou d'enfouissement. Pour une introduction plus détaillée à cette perspective, voir notamment Adoue et Ansart (2003), Boiral et Kabongo (2004), Erkman (2004), Kabongo (2005) et Tranchant et al. (2004).

2. Desrochers (2007b, 2007c) et Russell (2000) discutent de cas de ce type, notamment du développement laborieux et coûteux de sous-

Tranchant et ses collaborateurs (2004 : 458) écrivent ainsi que l'on comprend mieux l'originalité de la perspective de l'écologie industrielle en la comparant à l'approche conventionnelle des pollutions qui « sont traitées de façon cloisonnée et linéaire, en bout de chaîne, par des dispositifs techniques appropriés... [où] les idées de cycle et d'interdépendance sont négligées. » Kabongo (2005, non paginé) observe de même que la récupération, la revalorisation et l'élaboration de divers produits à partir de matières résiduelles « apparaissent comme une approche innovante, susceptible de proposer des alternatives viables aux problèmes de surproduction, d'entreposage et de disposition des déchets industriels et ménagers. »

Des chercheurs soutiennent par ailleurs la thèse d'un changement de mentalité qui permettrait de concevoir une croissance économique soutenue sans les inconvénients que les modes de production et de consommation des sociétés industrialisées auraient occasionnés dans le passé à l'environnement et à la qualité de vie (Boiral 2005). Selon Boiral (1998 : 27), les entreprises contemporaines vivraient une transformation importante au terme de laquelle leur fonction environnement serait de moins en moins axée sur la correction des nuisances en aval des procédés et de plus en plus sur une gestion préventive « visant à réduire la pollution à la source par l'intégration des préoccupations environnementales dans la gestion quotidienne de l'entreprise. » Lanoie et Laplante (1992 : 43-44) soulignent également que « la réduction des émissions polluantes peut augmenter la rentabilité de l'entreprise. »

Plusieurs auteurs doutent cependant de la capacité des entreprises de générer d'elles-mêmes de telles innovations. Gendron et Revérêt (2000 : 117) écrivent que l'on « ne sera guère surpris d'apprendre que c'est la réglementation, et non l'efficacité ou la rentabilité, qui constitue le premier facteur de motivation à la modernisation environnementale des entreprises, » tandis que Berger-Douce (2005) souligne l'existence de plusieurs freins à la diffusion des démarches de management environnemental en PME.

Comme nous allons maintenant l'illustrer, le constat effectué par bon nombre de contemporains de l'industrialisation de nos sociétés est bien différent. Selon ces ingénieurs, chimistes et journalistes spécialisés, si les émissions polluantes de plusieurs entreprises sont souvent dommageables pour l'environnement, elles ne sont généralement qu'une phase temporaire (mais à durée variable) dans une

produits dans les domaines de l'industrie minière, la métallurgie, l'abattage, la gazéification du charbon et la fabrication de la soude. Ces textes contiennent également une discussion plus détaillée de l'impact environnemental important de résidus qui ne peuvent être valorisés pendant plusieurs décennies et des facteurs ayant éventuellement contribué au développement de sous-produits dans ces cas.

3. Voir notamment Gendron et Revérêt (2000), Berger-Douce (2005) ainsi que les textes de plusieurs intellectuels français renommés disponibles sur les sites *Planète écologie* www.planetecologie.org et *Développement durable et territoire* <http://www.revue-ddt.org/dossiers.htm>.

série de processus qui débouchent le plus souvent sur le développement de sous-produits commercialisables.

Perceptions antérieures sur la valorisation des résidus industriels

La thèse d'une opposition fondamentale entre la profitabilité et la performance environnementale des entreprises peut laisser songeur. Après tout, pourquoi des gens d'affaires ayant payé des sommes considérables pour leurs intrants ne feraient-ils pas tout en leur possible pour les utiliser au maximum plutôt que de les retourner à perte dans la nature? Comme le remarque l'historienne Geneviève Massard-Guilbaud dans une revue détaillée de la littérature française en matière d'hygiène industrielle publiée pendant l'ère industrielle :

Polluer, pour un industriel, c'est toujours rejeter un produit dans un lieu ou un élément où il ne devrait pas se trouver : rejeter de l'acide sulfureux, ou de l'acide chlorhydrique, ou du plomb, dans l'air, dans l'eau, ou dans le sol, par exemple. Polluer, c'est donc perdre - ou se débarrasser de, selon le cas - quelque chose. Or le principe même de l'industrie est de transformer ce dont on dispose en quelque chose qui possède une valeur supérieure. Aucun industriel ne pouvait donc se satisfaire de gaspiller ainsi la « marchandise », de rejeter un produit non utilisé. S'ils le faisaient, c'était forcément à regret (non pas pour l'environnement, mais pour la perte d'une matière première potentielle). Les plus habiles s'ingénieraient donc à capter leurs rejets et à trouver à quoi ils pourraient être utiles (la première proposition n'ayant évidemment aucun intérêt sans la seconde) (Massard-Guilbaud, à paraître).

Selon l'historienne, les grands industriels furent dans un premier temps les plus gros pollueurs, mais par la suite les meilleurs dépollueurs en raison des ressources qu'ils pouvaient consacrer à l'innovation et à la découverte de nouveaux usages pour leurs résidus.

Karl Marx (1894 : non paginé) tient des propos similaires dans le troisième volume de son *Capital* lorsqu'il observe qu'avec « le mode production capitaliste, s'amplifie l'utilisation des résidus de la production et de la consommation » et que « ce qu'on appelle déchets joue un rôle important dans la quasi-totalité des industries. »⁴ Ce constat est largement partagé à l'époque et plusieurs auteurs soutiennent que le développement de ce que l'on qualifie aujourd'hui de « boucles industrielles » est une façon commode d'augmenter la rentabilité des entreprises tout en réduisant les dommages

causés à l'environnement. Outre de nombreuses publications consacrées à un domaine particulier (Desrochers 2002, 2007a), des ouvrages de synthèse présentent un portrait d'ensemble de la situation en quelques centaines de pages. Nous examinerons donc rapidement ces derniers afin de donner une meilleure idée de leur propos et très nombreux exemples. Nous présenterons finalement quelques hypothèses pouvant expliquer l'écart notable entre les perceptions passées et présentes quant à la capacité des acteurs économiques de valoriser leurs résidus sans contraintes réglementaires externes.

ÉTAT DE LA SITUATION

L'industrialisation de nos sociétés généra une hausse importante du niveau de vie de la plupart des habitants de l'époque, mais bien souvent au prix de sévères problèmes de pollution. Il n'est donc pas étonnant de constater que de nombreux chercheurs, communicateurs spécialisés et fonctionnaires se penchèrent sur ces questions et firent la promotion de solutions à la fois rentables sur le plan économique et bénéfiques pour l'environnement. Le tableau 1 présente, à notre connaissance, les principaux ouvrages de synthèse sur la question :

Selon le journaliste britannique Peter Lund Simmonds (1814-1897),⁵ les exemples de valorisation profitables des déchets industriels sont si nombreux dès le début de l'ère industrielle que le sujet ne peut être traité de façon satisfaisante dans un livre, « car chaque secteur industriel pourrait faire l'objet d'un ouvrage détaillé » (Simmonds 1862 : v, notre traduction). L'essentiel de son propos est résumé dans un article traduit en français où il observe que l'histoire de la civilisation est l'histoire de la science et que cette force n'est nulle part plus manifeste que dans la transformation en objets beaux et utiles de substances considérées comme des déchets. Anticipant la métaphore de l'écologie industrielle, il écrit qu'il « n'y a pas de rebus dans la nature, rien ne s'y perd. La matière est indestructible, elle ne fait que passer par une série indéfinie de changements. Dans cette loi économique pleine de sagesse, l'homme de science pratique a saisi une indication dont il s'est empressé de profiter » (Simmonds, 1874 : 330).⁶ Il ajoute qu'il existe peu de grandes manufactures « qui ne se soient annexées une ou deux de ces industries secondaires » et que, dans certains cas, « des industries très importantes tirent de déchets et de rebus toutes leurs matières premières » (idem).

Le livre de Simmonds semble avoir eu un impact important à l'époque,⁷ comme l'illustre notamment sa traduction rapide en langues allemande (Süssenguth, 1879) et fran-

4. *Le Capital*, livre III, chapitre 5, sections 1 et 4. Il est cependant possible que ces passages aient été rédigés par Engels. Quoiqu'il en soit, Marx et Engels écrivent peu sur le sujet et sont très critiques face au supposé gaspillage des résidus de la consommation à leur époque.

5. Greysmith (2004) présente un résumé succinct de la vie et l'œuvre de cet auteur.

6. Simmonds attribue cette métaphore au chimiste écossais Lyon Playfair (1818-1898) qui l'utilise sans doute pour la première dans

Playfair (1852). Comme l'a remarqué l'un des évaluateurs anonymes, les écrits de Simmonds ne font qu'illustrer le premier principe de la thermodynamique selon lequel, dans la formule consacrée de Lavoisier, « rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme ».

7. L'ouvrage se verra notamment attribuer la médaille d'or de l'Académie nationale de Paris et sera réimprimé à plusieurs reprises. Il sera également mentionné dans presque toutes les notices nécrologiques publiées suite au décès de Simmonds en 1897.

TABLEAU 1

Principaux ouvrages de synthèse sur la valorisation des résidus industriels, 1862-1963.

Auteur, profession, nationalité	Titre de la dernière édition	Année de publication de la dernière édition, nombre de pages, éditions antérieures	Maison d'édition, ville(s)
Simmonds, Peter Lund, (journaliste spécialisé), britannique	Waste Products and Undeveloped Substances: A Synopsis of Progress Made in Their Economic Utilisation During the Last Quarter of a Century at Home and Abroad.	1876, 3 rd édition, 491 pages (1862; 1873).	Hardwicke and Bogue (Londres)
<i>Adaptations en langues étrangères</i> Süssenguth, Otto (inspecteur santé et sécurité), allemande	Die industrie der abfallstoffe. Darstellung der gebräuchlichsten methoden zur technischen verwerthung von abgängen des thier-, pflanzen- und mineralreichs.	1879, 1 st édition, 314 pages	Quandt und Händel (Leipzig)
Morel, Jul (professeur de chimie à l'École industrielle de Gand), belge	Les richesses de la nature. Le règne animal. Étude de ses matières premières et des procédés industriels qui en permettent l'exploitation.	1876, 1 ^{ière} édition, 392 pages	Librairie générale de AD. HOSTE, éditeur (Gand).
Koller, Theodor (chimiste), allemande	The Utilization of Waste Products: A Treatise on the Rational Utilization, Recovery, and Treatment of Waste Products of all Kinds <i>Titre original:</i> Handbuch der rationellen Verwertung, Wiedergewinnung und Verarbeitung von Abfallstoffen jeder Art	1918, 3 rd revised edition, 338 pages (1902; 1915); 1880, 1900, 1921.	Scott, Greenwood & Son (Londres); D. Van Nostrand Company (New York) Hartleben Verlag (Vienne et Leipzig)
Razous, Paul (ingénieur, actuaire et professeur), française	<i>Les déchets et sous-produits industriels. Récupération – Utilisation.</i>	1937, 3 ^{ième} édition, 606 pages (1905; 1921)	Dunod (Paris)
Kershaw, John Baker Cannington (ingénieur chimique), britannique	The Recovery and Use of Industrial and Other Waste.	1928, 212 pages	Ernest Benn Limited (Londres)
Lipsett, Charles S. (journaliste spécialisé), américaine	Industrial Wastes and Salvage: Conservation and Utilization.	1963, 2 nd revised edition, 407 pages (1951)	Atlas Publishing Co. (New York)

çaise (Morel, 1876). Le professeur de chimie Jul Morel de l'École industrielle de Gand ne se contente cependant pas, à l'instar de son pendant germanique, de systématiser et de mettre à jour l'ouvrage, mais le remanie et le développe considérablement – à un point tel en fait que, selon ses propres mots, il en rédige une nouvelle version. Morel se donne

également pour objectif de rédiger non pas un, mais trois volumes qui reprendraient la classification de Simmonds (produits du règne animal, du règne végétal et déchets et rebuts du règne minéral ou inorganique). Il semble cependant que seul le premier volet – qui fait tout de même près de quatre cent pages – voit le jour.⁸ *Waste Products* devient

8. Il nous a été impossible de retracer les deux derniers ouvrages.

donc *Les richesses de la nature*, une approche justifiée par le fait que «la matière traitée par M. Simmonds apprend à connaître la valeur et l'utilisation des déchets et des rebuts dans l'industrie; mais dans cette description il va de soi que l'on doit y comprendre les procédés opératoires qui constituent une amélioration ayant pour but l'utilisation meilleure d'une matière donnée» (Morel 1876 : vii). Il ajoute que c'est ce qu'il a fait «chaque fois qu'une découverte nouvelle permettait d'extraire ou d'utiliser la matière d'une manière plus économique ou plus complète et c'est ce qui nous a obligé à modifier le titre que présente l'ouvrage anglais» (idem).

Un second traité sur la question est publié en 1880 par le chimiste allemand Theodor Koller (1840-?).⁹ Ce livre est par la suite traduit en anglais et révisé à quelques reprises jusqu'en 1921. Koller observe lui aussi que plusieurs déchets industriels peuvent, suite à un traitement approprié, mener à la création d'un produit ou d'une série de produits qui recouvrent non seulement leur coût de fabrication, mais dont la valeur équivaut ou dépasse même souvent celle du produit original. Les diverses branches de l'industrie chimique illustrent de façon on ne peut plus probante cette thèse car «l'utilisation de déchets variés [y] est de la plus haute importance tant du point de vue sanitaire qu'économique» (Koller, 1918 : v, notre traduction).

L'ingénieur chimique britannique John Baker Cannington Kershaw (1861-1943) tient des propos similaires dans un ouvrage publié en 1928. Selon lui, si toutes les tentatives de valoriser les déchets industriels n'ont pas survécu aux exigences de la production à grande échelle, les succès ont été beaucoup plus nombreux que les échecs. Il ajoute qu'on ne saurait le critiquer d'avoir abordé l'ensemble des industries de son époque en un seul volume, car les déchets ou le sous-produit d'une industrie sont souvent le principal matériel d'une autre (Kershaw 1928 : ix).

L'ouvrage de synthèse le plus systématique et le plus imposant jamais rédigé sur la valorisation des déchets industriels est sans doute *Les déchets industriels : Récupération – Utilisation* publié pour la première fois en 1905 par l'ingénieur français Paul Razous (1870-1961)¹⁰ et dans des versions révisées et considérablement augmentées en 1921 et en 1937.¹¹ Outre sa familiarité évidente avec la littérature technique française et étrangère,¹² le caractère essentielle-

ment hexagonal et souvent très spécifique des informations contenues dans l'ouvrage suggère que l'auteur a probablement beaucoup appris sur le sujet alors qu'il était inspecteur départemental du travail au tournant du vingtième siècle.¹³ Un examen plus détaillé de ce livre va maintenant nous permettre de donner une meilleure idée de son contenu et de celui des ouvrages abordés plus tôt.

La première édition de *Les déchets industriels* compte 379 pages et la dernière 604, y compris vingt pages de table des matières.¹⁴ Razous remarque en introduction que les transformations successives que subissent les matières premières afin de produire quelque produit final que ce soit «donnent naissance à des résidus, à des déchets que, par négligence ou par ignorance, on laisse trop souvent entrer dans la masse des rebuts». Il est par contre souvent possible «d'employer les déchets et les résidus soit dans la fabrication originelle qui les a produits, soit dans d'autres fabrications pour en retirer, par un traitement approprié, des matières ayant une valeur appréciable» (Razous 1905 : 1).

L'auteur observe dans chaque édition que de grands progrès ont été réalisés durant les années précédentes et que «plusieurs industries sont parvenues à utiliser, à régénérer, à revivifier des déchets et des résidus qui auparavant étaient une cause d'encombrement et d'insalubrité» (idem). Il discute de façon plus détaillée des objectifs et des limites de sa démarche dans l'avant-propos de la dernière édition :

Les nouveaux procédés ou les perfectionnements d'anciens procédés de récupération qui sont donnés dans ce premier supplément ne comprennent certainement pas l'ensemble des progrès réalisés en matière de traitement des sous-produits; car certains procédés ne sont pas entièrement connus dans leurs détails d'exécution, et d'autres (notamment dans les usines de produits chimiques), sont gardés aussi secrètement qu'il est possible de le faire, par leurs inventeurs et utilisateurs. Mais plusieurs des cas concrets qui ont été décrits peuvent éveiller chez les industriels, chez les ingénieurs et leur personnel, des idées de recherches qui seront souvent couronnées de succès, grâce aux connaissances de plus en plus étendues, que les techniciens des usines ont sur les combustibles et la combustion, l'enrichissement des minerais et l'extraction des éléments utilisables

9. Bien que les ouvrages de Koller soient souvent publiés simultanément en Allemagne et en Autriche-Hongrie et que la nationalité de l'auteur n'y soit pas divulguée, l'immense majorité des exemples utilisés sont allemands et m'amène à conclure que la nationalité de l'auteur est germanique. Je tiens à remercier le professeur Alfred Posch de l'Université Karl-Franzens d'avoir examiné en détail l'ouvrage de Koller et de m'avoir fait part de ces réflexions à ce sujet.

10. La notice biographique de l'édition de 1937 contient les mentions suivantes : Licencié ès sciences mathématiques et physiques, Vice-président de l'Institut des Actuaire, Ancien chef du cabinet technique du Ministre du Travail, Lauréat de la Société industrielle du nord de la France, de l'Académie des Sciences et de la Société des agriculteurs de France et Membre de la Société des Ingénieurs Civils. L'édition de 1921 nous apprend également qu'il fut secrétaire général de l'Institut des Actuaire.

11. Razous ajoute «sous-produits» au titre dans les deux dernières éditions. Il rédigera également des ouvrages plus détaillés sur le recyclage des sous-produits animaux, de la production laitière et des liquides résiduels industriels, de même que sur des sujets allant de l'hygiène industrielle aux déchets domestiques en passant par les statistiques économiques.

12. Bien qu'il discute surtout de publications spécialisées françaises, Razous fait également référence à la littérature étrangère, y compris l'ouvrage de Koller.

13. Une information disponible dans l'édition de 1905. Ces fonctions seront créées à l'initiative de Charles de Freycinet dont une partie de l'œuvre est discutée dans cet article.

14. L'édition de 1937 est en fait de l'édition de 1921 à laquelle une annexe de 78 pages a été ajoutée. La première table des matières compte seize pages, tandis que celle de l'annexe en compte quatre.

qu'ils contiennent, la filtration et la centrifugation des mélanges, la constitution des colloïdes et leur précipitation, les réactions catalytiques et les conditions électrotoniques qui permettent de prévoir les affinités des corps mis en présence, etc. etc. (Razous, 1937 : viii).

L'ouvrage de Razous compte deux sections. La première, «l'utilisation des déchets et sous-produits communs à la plupart des usines,» traite de sous-produits que l'on trouve dans un grand nombre d'industries, telles que «l'utilisation des déchets solides de la combustion» et «la récupération des corps gras ayant servi au graissage et à l'essuyage des machines.» La seconde, qui représente environ 85% du contenu des diverses éditions, décrit de nombreuses pratiques propres aux différents secteurs d'activité. Razous y traite de sujets aussi variés que «l'utilisation des goudrons des eaux ammoniacales et des benzols» et des «déchets d'acier à outils et aimants» de l'industrie métallurgique, de «l'emploi du béton de liège» et de la «récupération des eaux de condensation de papeterie» dans les industries du bois et du papier, des «eaux de lavage» et de «l'utilisation des déchets d'amiante» dans les industries des peaux, du cuir et du textile, et des «feuilles et collets de betterave» et de «l'utilisation des déchets de graines et peaux de tomates des fabriques de conserves.» Un court extrait (deux pages sur seize) de la table des matières de

l'édition de 1921 permet d'en saisir à la fois l'ampleur et le détail.

Quelques courts extraits choisis au hasard donnent une meilleure idée du contenu de l'ouvrage, qui renferme évidemment plusieurs centaines d'exemples de ce genre.¹⁵

Utilisation des déchets gazeux

Utilisation de l'air chaud des cheminées d'usine – Un ingénieur genevois, M. Naville, a imaginé un système économique de chauffage industriel consistant à ramener par un siphon l'air chaud provenant des cheminées d'usine et à utiliser cet air chaud au chauffage de l'eau pour tous les usages des ouvriers, lavage de linge, cuisson et chauffage des logements et même des locaux industriels. Cette disposition peut donner d'excellents résultats, si on la combine avec le tirage artificiel. (Razous 1921 : 29).

Utilisation des déchets et sous-produits de la métallurgie

Utilisation des scories de laitiers– Jusqu'à ces dernières années, les usines métallurgiques accumulaient leurs résidus des hauts-fourneaux, appelés laitiers, en immense amas qui constituaient de véritables collines atteignant 75 mètres de hauteur et couvrant le sol sur une surface assez grande. Un transporteur aérien déversait sans répit au sommet du cône les bennes chargées de laitier. L'utilisation de ces

FIGURE 1

Extrait de la table des matières *Les déchets et sous-produits industriels* (Razous 1921 : 514-515).

514	LES DÉCHETS ET SOUS-PRODUITS INDUSTRIELS	Page.
	Récupération de la potasse des hauts fourneaux	88
	Utilisation des bores de l'apuration du gaz des hauts fourneaux	89
	Utilisation des scories de laitiers	89
	Ciment de laitier	91
	Briques de laitier	91
	Plâtres de laitier	92
	Laine minérale, coton minéral et ouate de laitier	92
	Récupération du plomb dans les hauts fourneaux traitant des minerais de fer plombeux	94
	Récupération de l'oxyde de zinc dans les hauts fourneaux où l'on traite des minerais zincifères	94
3. —	Utilisation des déchets et sous-produits des aciéries, forges, laminaires et tôleries	95
	Emploi des scories de déphosphoration	95
	Utilisation des scories des fours Martin traitant des fontes phosphoreuses	101
	Châssis perdus des fours Martin	101
	Vapeur d'échappement	102
	Utilisation des parties ségrégées et retassées des lingots d'acier	103
	Déchets de laminage du fer	104
	Déchets du laminage de l'acier	104
	Déchets et rebuts du laminage susceptibles de réemploi sans refonte	104
	Déchets de tréfileries	105
4. —	Utilisation des déchets des fonderies de fonte et d'aciers	107
	Emploi des pièces mauvaises ou refusées, jets de coulée, évents, masselottes	107
	Sable provenant des moules coulés	107
5. —	Utilisation des déchets produits dans l'usage de la fonte du fer et des aciers	109
	Déchets d'aciers spéciaux	109
	Déchets d'acier à outils et à aimant	110
	Châssis et rebuts susceptibles de réemploi sans refonte	110
	Déchets et rebuts utilisables au four Martin	110
	Déchets servant à la fabrication de la fonte synthétique	111
	Déchets susceptibles après rechauffage au blanc soudant d'être laminés et étirés	112
	Dobris, tournures et limailles préalablement agglomérées	112
	Traitement des déchets métalliques au four électrique	117

515	TABLE DES MATIÈRES	Page.
	Emploi des copeaux et déchets divers de fer pour la préparation du sulfate ferreux ou vitriol vert	418
	Emploi des copeaux de tours pour le scellément du fer dans la pierre	419
	Emploi des copeaux de tours pour le revêtement du sol des ateliers	419
	Emploi de la limaille de fer et de la limaille de fonte dans la fabrication des mastics	420
6. —	Récupération et utilisation des déchets de cuivre, zinc, plomb, étain, aluminium et de leurs alliages	420
	Récupération et utilisation des déchets de cuivre et de ses principaux alliages. Emploi des rejets des anciennes livrées	428
	Captation et utilisation des fumées de fonderies de cuivre	428
	Procédés des chambres de dépôt à fils	428
	Procédé des chambres à sac	428
	Procédé par précipitation électrolytique	428
	Récupération du zinc, du plomb, de l'arsenic et de l'antimoine des scories obtenues dans les usines de cuivre	428
	Récupération des vapeurs dans les ateliers où l'on fond le cuivre ou ses alliages	428
	Captage des poussières métalliques dans les ateliers de polissage	428
	Aspiration des poussières dans l'aviation	428
	Récupération du cuivre par procédés chimiques ou électrochimiques	428
	Emploi de la tournure et des déchets de cuivre pour la fabrication du sulfate cuprique	428
	Emploi de la limaille de cuivre pour la fabrication du chlorure cupreux	428
	Récupération du cuivre, nickel, zinc et étain des rognures de tôle récupérées de ces métaux ou d'alliages de ces métaux	428
	Refonte des tournures de laiton et d'alliages cuivreux	428
	Récupération du cuivre et du laiton dans les ateliers de laminage	428
	Récupération du cuivre et du nickel contenus dans les déchets des plaques nickelées. Procédé Karl Richter	428
	Procédé Gildschmidt et divers	428
	Récupération du zinc des scories et des débris de cornues à l'état d'oxyde de zinc	428
	Emploi des oxydes recueillis à l'extrémité des condensateurs et dans les allonges	428
	Extraction du zinc des résidus de zinc	428
	Récupération du zinc des déchets de fer galvanisés	428
	Procédé Goldschmidt	428
	Procédé Wanshaff et Savelberg	428

15. Nous avons volontairement choisis de courts extraits. La très grande majorité des descriptions contenues dans les différentes éditions du livre

de Razous sont beaucoup plus détaillées. Il en va de même des autres ouvrages de synthèse recensés dans ce texte.

déchets encombrants permet de réaliser un bénéfice appréciable, tout en rendant à la culture des centaines d'hectares. La construction peut utiliser les laitiers calcaires des hauts-fourneaux en vue d'obtenir du ciment, des briques, des pavés, des blocs. (Razous 1921 : 89)

Poussière des hauts fourneaux – ... Aux usines métallurgiques de Kouznetsh, l'eau qui a servi à l'épuration du gaz des hauts fourneaux contient une grande quantité de particules de minerais, dont on la débarrasse dans des décanteurs, système Dorr. L'eau ainsi clarifiée peut servir de nouveau, tandis que les poussières extraites sont envoyées sous les presses où elles sont transformées en briquettes, qui repassent aux hauts fourneaux (Razous 1937 : A32)

Utilisation des déchets de l'alimentation

Résidus de la rectification de l'alcool brut – Les résidus de la rectification de l'alcool brut, les éthers et les huiles de fousel, sont vendus à différentes industries. La fabrication des vernis et du celluloid consomme une assez grande quantité de ces résidus. Une autre partie est ajoutée aux alcools dénaturés (Razous 1921 : 323).

Utilisation des résidus des amidonneries – Utilisation des résidus dans le procédé par malaxation ... Les amidonneries de blé de Saint-Denis, Toulouse, Villemur, recueillent soigneusement le gluten, résidu de la fabrication par la malaxation, gluten qui était détruit par la fermentation dans l'ancien procédé. Le gluten est une substance précieuse : on en fait un pain très léger pour les diabétiques. On l'emploie également dans la fabrication des pâtes alimentaires. La pharmacie l'utilise pour la préparation de ses capsules médicamenteuses. Enfin, la cordonnerie en fait un grand usage pour le collage des cuirs (Razous 1921 : 341-2)

Utilisation des déchets des industries chimiques

Utilisation des sous-produits des usines à gaz (introduction)

Pendant longtemps, le coke a été le seul sous-produit utilisé des usines à gaz. Actuellement, la distillation de la houille fournit, outre les gaz éclairants ou combustibles et le coke, des eaux de condensation qui servent de matières premières dans la fabrication des sels ammoniacaux, des matières épurantes, d'où l'on retire le soufre et les composés cyanés, du graphite employé pour la fabrication des charbons électriques ou des charbons de pile, des goudrons qui, soumis à la distillation, donnent de la benzine, du toluène, de la naphthaline, de l'antracène, des huiles lourdes et du brai (Razous 1921 : 412).

Sous-produits de la fabrication du nitrite de soude

La fabrication industrielle du nitrite de soude a pris de plus en plus d'extension, à cause de son emploi dans la fabrication des matières colorantes et dans l'industrie tinc-

toriale. On a dans cette fabrication, qui est faite par réduction du nitrate de soude du commerce à l'aide du plomb métallique, un précipité plombique (protoxyde de plomb accompagné de trace de plomb et de peroxyde) que l'on sépare au filtre-presse de la solution de nitrite de soude. Ce précipité constitue un résidu utilisé pour fabriquer du minium, de l'acétate de plomb et de la céruse. On a, en outre, des eaux-mères qui servent à une nouvelle opération (Razous 1921 : 453).

Un très court chapitre (à peine plus de deux pages) de la première édition sur les «principes généraux relatifs à l'utilisation d'un résidu quelconque» mérité d'être souligné.¹⁶ En premier lieu, «tout résidu doit être soumis à l'analyse afin de déterminer les éléments qu'il contient.» Le manufacturier doit donc chercher à isoler le ou les éléments qui, par eux-mêmes ou en combinaison, ont une valeur marchande suffisante pour couvrir les coûts du traitement. Lorsqu'aucun des éléments n'a par lui-même une valeur considérable, il est néanmoins conseillé de comparer la valeur du résidu à la composition moyenne des matériaux de construction, des matières servant à l'alimentation des animaux, des combustibles et tout autre corps ou denrée susceptibles d'utilisation. Deux cas peuvent alors se présenter : «1) Où le résidu renferme dans des proportions à peu près égales tous les principes d'un composé utilisable, et alors il peut en général servir aux mêmes usages que le composé connu; 2) Où le résidu par rapport au composé dont il diffère le moins manque de tel ou tel principe, et alors il peut se faire que par des additions réalisées à peu de frais on puisse le transformer en corps susceptible d'être employés comme aliments pour les animaux, comme engrais pour le sol, comme matériaux de construction, etc.» (Razous, 1905 : 364-365). Razous termine sa réflexion en écrivant que les industriels français devraient avoir une perception plus positive de la recherche universitaire et y recourir davantage.

L'auteur américain le plus important sur la question est sans doute le journaliste et éditeur spécialisé dans la couverture des matières résiduelles Charles Lipsett. Bien que son travail dans le domaine débute en 1905, ce n'est qu'en 1951 qu'il publie un ouvrage de synthèse qu'il révisera par la suite considérablement en 1963. Son objectif est «de combler la lacune créée par l'absence d'un ouvrage semi technique sur la question» (p. vi, notre traduction). Il observe qu'à peu près tous les procédés industriels génèrent des résidus et qu'il y aurait pénurie de matières premières sans l'apport des individus qui les récupèrent et les traitent (p. v). Il illustre son propos en mentionnant quelques pays qui sont d'importants consommateurs de matières résiduelles étrangères, dont notamment l'Italie, l'Allemagne et le Japon.

16. Ce chapitre est modifié et incorporé dans la section «Récupération et utilisation des sous-produits, déchets et résidus dans les industries chimiques» dans les dernières éditions de l'ouvrage.

À l'instar de ses prédécesseurs, Lipsett observe un processus récurrent : «Le déchet d'hier est devenu le nouveau produit, composé chimique ou nourriture d'aujourd'hui, avec ses propres déchets qui, grâce à la recherche et au développement, deviendront les ressources de demain» (p. 355, notre traduction). Selon le journaliste, le premier secteur ayant développé un usage intensif de tous ses résidus fut l'industrie de l'abattage, mais il ajoute que la plupart des autres industries s'y consacrent depuis des décennies.

Quels facteurs motivent alors les industriels à valoriser leurs résidus? Comme nous allons maintenant l'illustrer, deux facteurs semblent cruciaux.

FACTEURS EXPLICATIFS

Les auteurs abordés jusqu'ici, de même que plusieurs autres commentateurs de l'époque (Desrochers 2002, 2007a), expliquent l'essor de la valorisation des résidus industriels par la recherche du profit et, dans une moindre mesure, les contraintes juridiques et réglementaires.

Concurrence et profitabilité

Comme le remarque Karl Marx (1894, non paginé), abstraction faite du bénéfice qui résulte de leur utilisation, les déchets industriels « font baisser, à mesure qu'ils deviennent vendables, les dépenses de matières premières, dont le prix tient toujours compte du déchet qui est normalement perdu pendant le travail. » Il ajoute que cette « diminution des frais de cette partie du capital constant fait monter dans la même mesure le taux du profit, le capital variable et le taux de la plus-value étant donnés. » Ce constat n'a rien d'original à l'époque. Par exemple, Simmonds (1875 : 4, notre traduction) observe quelques années plus tôt que « peu de tendances industrielles sont aussi remarquables que celle que l'on observe dans l'utilisation des déchets industriels, » car « à mesure que la compétition s'intensifie, les manufacturiers n'ont d'autres choix que d'examiner toujours plus attentivement les items qui peuvent faire la moindre différence entre le profit et la perte, et de convertir des produits inutiles en produits commercialisables. »

Koller (1902 : v, notre traduction) soutient également que la conjugaison des intérêts économiques et environnementaux des entreprises résulte avant tout de la compétition féroce qu'elles se livrent : «La concurrence contraint de partout l'utilisation la plus économique, et par conséquent la plus rationnelle, de la main-d'œuvre; et, outre la gestion la plus efficace... la meilleure façon d'assurer la prospérité pour le plus grand nombre résulte de l'utilisation la plus complète possible de tous les déchets. » Il réitère cet argument dans une édition ultérieure de son ouvrage : «Il est aujourd'hui plus que jamais nécessaire de considérer

attentivement tout ce qui peut dans les conditions présentes paraître sans valeur. La concurrence est si intense... que ce n'est qu'en utilisant au maximum tous les intrants que l'on peut assurer la prospérité de tous» (Koller, 1918 : vi, notre traduction). Le chimiste ajoute que si l'on observe parfois une importante accumulation de déchets nuisant au développement d'un secteur d'activité, il est également fréquent de constater que l'utilisation rationnelle des sous-produits accroît considérablement la rentabilité d'une industrie ou mène même parfois à la création d'une industrie séparée et très profitable (p. 1).

Droits de propriété et réglementation

Dans une économie de marché, les activités industrielles prennent place dans un cadre légal protégeant les droits des individus à posséder, utiliser et échanger des biens par l'entremise de contrats privés, mais qui limite également les nuisances causées aux autres personnes ou à leurs biens. Ce cadre juridique définit ce qui peut et ne peut pas se faire. En d'autres mots, des droits de propriété clairement définis obligent les propriétaires privés à tenir compte des dommages qu'ils font subir à la propriété d'autrui, car la pollution est une invasion du droit de propriété des individus qui en sont victimes (Bouckaert 1996; Falque et Millière 1992; Lemieux et MacKaay 2001; Morris 2006).

L'ingénieur et (plus tard) influent homme politique français Charles de Freycinet¹⁷ observe donc sans surprise en 1870 qu'il est dans l'intérêt des industriels européens d'assainir leurs procédés de fabrication afin d'échapper à des conséquences onéreuses attribuables tant à des actions civiles basées sur le non-respect du droit de propriété privé qu'au développement du droit administratif en Europe occidentale durant les années précédentes. Il n'est donc pas rare que, lorsque les émissions nocives atteignent des niveaux insupportables, «la double poursuite [s'engage] concurrentement et [que] les fabricants [soient] à la fois passibles d'amendes et de dommages-intérêts» (p.4).

De Freycinet (1870 : 6) observe cependant que la « plupart des procédés qui tendent à prévenir l'émission de gaz nuisibles ou l'écoulement de résidus impurs » résultent habituellement en un gain réel pour le fabricant car, « devant en effet retenir dans l'enceinte de son établissement les éléments susceptibles de nuire au voisinage, » le manufacturier « les condense, les absorbe ou les fait déposer dans des bassins. » Parce que l'espace dévoué à cette fin est forcément limité, un manufacturier doit, pour se débarrasser impunément de ces matières résiduelles, « les dénaturer, c'est-à-dire leur faire perdre leurs propriétés malfaisantes; de là à les utiliser, il n'y a qu'un pas, et ce pas est continuellement franchi par l'industriel en quête de l'assainissement » Une « multitude de fabrications secondaires, annexes de l'indus-

17. Pour plus d'information sur la vie et la carrière de Freycinet (1828-1923), voir notamment les sites Internet de l'Académie française <http://www.academie-francaise.fr/immortels/base/academiciens/fiche.asp?param=470> et des Annales des Mines <http://www.anales.org/archives/x/freycinet.html> Je tiens à remercier les professeurs Geneviève Massard-Guilbaud de l'Université Blaise-Pascal et Laurence Lestel du Conservatoire national des arts et métiers d'avoir attiré mon attention sur l'œuvre de Freycinet.

org/archives/x/freycinet.html Je tiens à remercier les professeurs Geneviève Massard-Guilbaud de l'Université Blaise-Pascal et Laurence Lestel du Conservatoire national des arts et métiers d'avoir attiré mon attention sur l'œuvre de Freycinet.

trie principale, dont elles ont augmenté l'importance et les revenus» virent donc le jour dès le milieu du dix-neuvième siècle.

Anticipant de plus d'un siècle l'hypothèse de Porter (1991) selon qui des réglementations environnementales bien conçues généreront souvent des innovations compensant (et même dépassant) les coûts liés à leur respect, de Freycinet (1870 : 7) remarque que «les nécessités de l'assainissement» ont dirigé les recherches de telle sorte que «le voisinage est préservé [et] la consommation des matières premières... considérablement diminuée.» De quelque point de vue qu'on l'envisage, «la loi naturelle qui gouverne l'assainissement... montre l'intérêt du fabricant en parfait accord avec l'intérêt général» L'ingénieur tire un double enseignement de ce constat :

D'un côté, l'autorité publique aurait tort de se départir, par crainte de nuire à la production, des prescriptions, mesurées d'ailleurs en leur forme, qui ont pour but de faire cesser les causes graves d'insalubrité; d'un autre côté, les fabricants seraient mal inspirés de voir dans ces prescriptions des entraves nuisibles à leur industrie. Ils doivent au contraire se dire que la loi, en les obligeant à s'assainir, leur rend la plupart du temps un véritable service, et qu'à défaut des considérations philanthropiques leur propre intérêt leur ferait un devoir de respecter la sécurité et le bien-être de leurs semblables. (Il est de cas, du reste, où le fabricant doit savoir faire le sacrifice de son intérêt propre, tant celui du public se trouve en jeu) (de Freycinet 1870 : 8)

On doit cependant préciser que les recherches et le mandat de l'ingénieur français sont déterminés par les autorités impériales de l'époque, ce qui pourrait sembler problématique. Comme il l'écrira plus tard dans ses *Souvenirs 1848-1878*, de Freycinet (1912 : 81) qualifie les origines de son mandat «d'effet réflexe de la politique» de la part des dirigeants du régime impérial qui s'étaient toujours appliqués «à soulever des questions qui puissent occuper l'attention et la détourner en quelque sorte de scruter ses origines... Les questions d'hygiène, la protection des ouvriers, l'assainissement des grandes villes ouvraient un champ aussi vaste que fécond.» Il est également plausible de croire que tous les industriels ayant été la source de problèmes environnementaux importants n'aient pas démontré le même zèle pour les résoudre.

Plus de trois décennies plus tard, Razous (1905 : 1) observe que l'utilisation des produits résiduaires a l'avantage, «en dehors du profit commercial qu'elle permet souvent de réaliser,» de «sauvegarder la salubrité du voisinage et d'éviter, par suite, le paiement de dommages-intérêts pour préjudice causé aux propriétés d'alentour» par les

effets délétères de certains gaz, vapeurs et résidus solides ou liquides non traités.

Kershaw (1928 : 1-2) identifie deux raisons principales pour traiter les déchets industriels : 1) le désir d'obtenir un profit de matières résiduelles dont on pourrait se débarrasser sans causer de dommage; 2) la nécessité de convertir en produit inoffensif un déchet qui, dans son état original, est source de nuisance et peut causer des problèmes sanitaires pour la communauté environnante. Il ajoute que le nombre de produits dans cette seconde catégorie augmente rapidement à son époque et que de nombreuses nouvelles législations contre la pollution ont été adoptées ou sont sur le point de l'être. Il anticipe également l'hypothèse de Porter en écrivant que plusieurs nouveaux procédés mis en place suite à l'adoption de lois plus contraignantes sont devenus profitables par la suite, faisant ainsi passer plusieurs résidus de la seconde catégorie à la première (p. 3).

Bien qu'importante, il semble cependant raisonnable de postuler que le rôle joué par le droit de propriété et/ou la pression réglementaire dans le développement des sous-produits est probablement moins important que celui de la compétition, ne serait-ce que parce que le second facteur est discuté beaucoup plus fréquemment que le premier (Desrochers 2007a) et parce que bon nombre de résidus industriels ne semble pas avoir présenté de problèmes d'élimination insurmontables avant que des sous-produits n'en soient tirés.¹⁸

Origines des perceptions contemporaines

Dans la mesure où le constat brossé à grands traits dans cet article est juste, pourquoi nombre de théoriciens du développement durable considèrent-ils que la valorisation des déchets industriels a été virtuellement absente dans le développement des économies de marché? Un certain nombre de facteurs expliquent selon nous cette situation.

Le premier est la prépondérance de la vision éco-catastrophiste dans nos sociétés, et plus particulièrement d'une «crise des ordures» ne pouvant être résolu que par d'ambitieux programmes de recyclage sous la gouverne des employés de l'État - deux perceptions éminemment contestables (Lomborg, 2001; Benjamin, 2003). Il n'est donc guère surprenant que plusieurs théoriciens conçoivent difficilement que plusieurs industriels et leurs employés soient parvenus à maintes reprises par le passé à créer des boucles industrielles.

Plusieurs auteurs confondent sans doute également les problèmes associés à la gestion des déchets domestiques et industriels. En pratique cependant, les résidus industriels, contrairement aux déchets domestiques, sont relativement

18. Voir notamment Desrochers (2007c) pour une discussion beaucoup plus détaillée de cette question. En résumé, tous les auteurs qui identifient les causes du développement de sous-produits font référence aux pressions compétitives ou à la recherche d'une plus grande rentabilité.

Quelques auteurs soulignent le rôle des contraintes réglementaires ou du droit de propriété, mais ne les identifient pas comme les facteurs les plus importants.

uniformes au niveau de leur composition et beaucoup plus importants en termes de volume. Il est donc plus rationnel d'un point de vue économique d'investir dans leur développement.

Il est également possible, particulièrement dans le contexte nord-américain, que plusieurs théoriciens aient une vague idée des initiatives gouvernementales en matière de valorisation des résidus instaurées lors des conflits mondiaux et qu'ils en aient déduit que ces programmes furent jugés nécessaires en raison d'une défaillance du marché privé. Ces programmes ont cependant été des échecs, bien que certains ont eu plus de succès que la moyenne, généralement lorsqu'ils étaient sous la gouverne des producteurs de déchets. Le fait demeure cependant qu'ils accablèrent à la faillite bon nombre d'intermédiaires privés œuvrant depuis longtemps dans le domaine (Durr, 2006). Plus récemment, l'échec de projets de développement de symbiose industrielle conçus par les pouvoirs publics a sans doute amené quelques auteurs à questionner la validité du concept et de la démarche sous-jacente. Comme le remarquent cependant Wolf et Petersson (2007), nombre de boucles industrielles (qui ne sont pas identifiées comme telles par les entreprises impliquées dans ces arrangements) ont néanmoins été développées par l'entremise du seul jeu du marché.

De plus, nombre de chercheurs ignorent peut-être tout simplement l'histoire du développement de nombreux sous-produits et prennent sans doute pour acquis que plusieurs commodités depuis longtemps utiles ont toujours eu une valeur marchande et n'ont jamais causé de dommages environnementaux importants. Il est également possible que l'absence d'une perspective historique plus large amène nombre d'entre eux à se concentrer sur des « photos » (présentes ou passées) parfois problématiques du développement économique plutôt que sur son « film » qui révèle des tendances fortes à long terme nettement plus positives.

Finalement, la croissance continue des flux de matières et d'énergie dans nos économies incite peut-être quelques chercheurs à conclure que l'état de notre environnement ne cesse de se dégrader. La comparaison entre le développement économique et le niveau de pollution des économies avancées et des ex-économies de type soviétique - les secondes étant beaucoup plus polluées que les premières malgré une production industrielle considérablement inférieure - suggère cependant que c'est sans doute bien davantage la capacité des acteurs économiques à maintenir ces flux à l'intérieur de la sphère économique (et donc à réduire les émissions provenant de ces flux dans la biosphère) plutôt que leur volume qui détermine l'impact environnemental des activités économiques (Bernstam 1990).

19. Il se peut également qu'une obligation morale d'agir en bon citoyen corporatif ait animé certains manufacturiers. Cette observation ne repose pas tant sur l'examen des ouvrages abordés dans ce texte que

Conclusion

La valorisation des déchets industriels est une activité qui est sans doute aussi ancienne que le développement économique, tout simplement parce qu'elle permet de réduire ou d'éliminer les coûts reliés à la disposition des résidus tout en générant des revenus supplémentaires. Bien qu'il y ait toujours eu, à un moment donné, des situations particulièrement problématiques et que la création de sous-produits rentables à partir d'émissions ou de rejets toxiques aient parfois nécessité beaucoup de temps et de ressources, il semble indéniable que plusieurs individus créatifs virent une opportunité d'affaires - à laquelle s'ajoutèrent à l'occasion des considérations juridiques ou réglementaires - dans la création de choses utiles à partir de sources d'encombrement ou de nuisance.¹⁹ Bien que toutes les tentatives ne fussent pas couronnées de succès, plusieurs écrits sur la question publiés bien avant l'émergence du mouvement écologiste moderne prouvent qu'il a souvent été possible de réduire la pollution et d'augmenter simultanément la profitabilité des entreprises et la création de richesse. Si cela est exact, il est également acquis que la compétition entre entreprises assure inévitablement l'élimination continue des entreprises moins novatrices et, par le fait même, plus polluantes.

Comme l'écrit Talbot (1920 : 17-18, notre traduction) : « Relater l'histoire de toutes les fortunes qui ont amassées à partir de ce qui était autrefois rejeté et sans valeur nécessiterait un volume. C'est pourtant une romance fascinante qu'il est difficile d'égaliser dans toute la sphère d'activité humaine. » Bien que le compte-rendu présenté dans cet article ne fournisse qu'une impression superficielle de l'ingéniosité de nos prédécesseurs, il suggère quelques pistes de recherche qui permettraient de leur rendre justice et de reconsidérer par le fait même la supposée incompatibilité entre le cadre institutionnel de l'économie de marché et le développement durable.

Bibliographie

- ADOUE, C. et A. ANSART. 2003. « L'essor de l'écologie industrielle : Une avancée vers le développement durable », *Futuribles* 291 : 51-68.
- BENJAMIN, Daniel K. 2003. *Eight Great Myths of Recycling*. PERC Policy Series PS-28, September (Disponible à <http://www.perc.org/publications/policyseries/recycling.php?s=2>)
- BERGER-DOUCE, Sandrine. 2005. « Management international et PME : Apports et limites d'une démarche collective », *Revue internationale PME* 18 (3-4) : 93-123.
- BERNSTAM, Mikhael S. 1990. « The Wealth of Nations and the Environment », *Population and Development Review* 16

sur notre expérience avec des industriels contemporains que nous transposons - peut-être à tort - aux manufacturiers du début de l'ère industrielle.

- (Supplement: Resources, Environment, and Population: Present Knowledge, Future Options): 333-373.
- BOIRAL, Olivier. 2005. «Concilier environnement et compétitivité, ou la quête de l'éco-efficience», *Revue Française de Gestion* 31 (158) : 163-186.
- BOIRAL, Olivier. 1998. «Vers une gestion préventive des questions environnementales.» *Gérer et comprendre*, mars, p. 27-37.
- BOIRAL, Olivier et Jean KABONGO. 2004. «Le management des savoirs au service de l'écologie industrielle», *Revue Française de Gestion* 30 (149) : 173-191.
- BOUCKAERT, Baudoin. 1996. «Droits de propriété ou réglementation? Une comparaison de deux stratégies de protection des biens environnementaux, basée sur l'analyse économique du droit et sur l'économie des choix collectifs.» *Journal des économistes et des études humaines* 7 (2/3) : 377-405.
- Commission mondiale sur l'environnement et le développement. 1987. *Notre avenir à tous*. Oxford : Oxford University Press.
- DE FREYCINET, Charles. 1870. *Traité d'assainissement industriel, comprenant la description des principaux procédés employés dans les centres manufacturiers de l'Europe occidentale pour protéger la santé publique et l'agriculture contre les effets des travaux industriels*. Paris : Dunod.
- DE FREYCINET, Charles. 1912. *Souvenirs 1848-1878*. Paris : Librairie Ch. Delagrave.
- DESROCHERS, Pierre. 2007a. «How did the Invisible Hand Handle Industrial Waste? By-product Development before the Modern Environmental Era», *Enterprise and Society* 8 (2): 348-374.
- DESROCHERS, Pierre. 2007b «Does the Invisible Hand have a Green Thumb? Market Incentives and By-Product Development in Victorian England.» Manuscrit
- DESROCHERS, Pierre. 2007c. «Did the Invisible Hand Need a Regulatory Glove to Develop a Green Thumb? Some Historical Perspective on Market Incentives, Win-Win Innovations and the Porter Hypothesis.» À paraître, *Environmental and Resource Economics*
- DESROCHERS, Pierre. 2002. «Industrial Ecology and the Rediscovery of Inter-Firm Recycling Linkages: Historical Evidence and Policy Implications», *Industrial and Corporate Change* 11 (5) : 1031-1057.
- DURR, Kenneth D. 2006. «The 'New Industrial Philosophy': US Corporate Recycling in World War II.» *Progress in Industrial Ecology* 3 (4): 361-378.
- ERKMAN, Suren. 2004. *Vers une écologie industrielle*, 2^{ème} édition. Paris : Éditions Charles Léopold Mayer.
- FALQUE, Max et Guy MILLIÈRE. 1992. *Écologie et liberté. Une autre approche de l'environnement*. Paris : Litec.
- FLIPO, Fabrice. 2004. «Les tensions constitutives du développement durable.» *Développement durables et territoires* <http://developpementdurable.revues.org/document1041.html>
- GENDRON, Corinne et Jean-Pierre REVÉRÈT. 2000. «Le développement durable.» *Économies et Sociétés*, Série F, no. 37, p. 111-124.
- GREYSMITH, David. 2004 «Simmonds, Peter Lund (1814–1897), Newsagent and Journalist» *Oxford Dictionary of National Biography*, Oxford: Oxford University Press. Disponible à <http://www.oxforddnb.com/view/article/41011>
- KABONGO, Jean. 2005. «Intégrer économie et écologie : le cas de l'industrie canadienne» *Vertigo* 6 (1). Disponible à http://www.vertigo.uqam.ca/vol6no1/art2vol6no1/jean_kabongo
- KERSHAW, John B. C. 1928. *The Recovery and Use of Industrial and Other Waste*. London: Ernest Benn Limited.
- KOLLER, Theodor. 1918. *The Utilization of Waste Products: A Treatise on the Rational Utilization, Recovery, and Treatment of Waste Products of all Kinds* (3rd revised edition, translated from the 2nd revised German edition). New York: D. Van Nostrand Company (Disponible à <http://www.archive.org/texts/texts-details-db.php?collection=millionbooks&collectionid=TheUtilizationOfWasteProducts>)
- KOLLER, Theodor. 1902. *The Utilisation of Waste Products: A Treatise on the Rational Utilisation, Recovery, and Treatment of Waste Products of All Kinds*. (Translated from the 2nd revised edition). London: Scott, Greenwood & Son.
- LANOIE, Paul et Benoît LAPLANTE. 1992. «Des billets verts pour des entreprises 'vertes'». *Gestion* 17 (4) : 41-47.
- LEMIEUX, Pierre et Ejan MACKAAY. 2001. «Droit de propriété» dans Claude Jessua, Christian Labrousse et Daniel Vitry (dir.), *Dictionnaire des sciences économiques*. Paris : Presses universitaires de France, p. 316-319.
- LIPSETT, Charles H. 1963/1951. *Industrial Wastes and Salvage: Conservation and Utilization*. New York: The Atlas Publishing Co., Inc.
- LOMBORG, Bjørn. 2001. *The Skeptical Environmentalist. Measuring the Real State of the World*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MARX, Karl. 1894. *Le capital, critique de l'économie politique. Livre III. Le procès d'ensemble de la production capitaliste* <http://www.marxists.org/francais/marx/works/1867/Capital-III/>
- MASSARD-GUILBAUD, Geneviève, à paraître. *Culture, technique, gestion de l'espace. Une histoire sociale de la pollution industrielle dans les villes françaises 1789-1914*. Paris : Belin.
- MOREL, Jul. 1876. *Les richesses de la nature : Le règne animal. Étude de ses matières premières et des procédés industriels modernes qui en permettent l'exploitation par P.L. Simmonds, traduit de l'anglais sur la 2^e édition, refondu et considérablement augmenté par le Dr Jul. Morel*. Gand : Librairie générale de Ad. Hoste, éditeur.
- MORRIS, Julian. 2006. «Droit, marchés et déchets» dans Max Falque, Henri Lamotte et Jean-François Saglio *Les déchets. Droits de propriété, économie et environnement*. Bruxelles : Bruylant, p. 123-130.
- PLAYFAIR, Lyon. 1852, *On the Chemical Principles Involved in the Manufactures of the Exhibition as Indicating the Necessity of Industrial Instruction*. London: Royal Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce.
- PORTER, Michael. 1991. "America's Green Strategy." *Scientific American* 264: 168.
- RAZOUS, Paul. 1937. *Les déchets et sous-produits industriels. Récupération – Utilisation*, 3^{ème} édition. Paris : Ch. Dunod, éditeur.
- RAZOUS, Paul. 1921. *Les déchets et sous-produits industriels. Récupération – Utilisation*, 2^e édition. Paris : Ch. Dunod, éditeur.

- RAZOUS, Paul. 1905. *Les déchets industriels. Récupération – Utilisation*, 1^{ère} édition. Paris : Ch. Dunod, éditeur.
- RUSSELL, Colin A (dir.) 2000. *Chemistry, Society and Environment. A New History of the British Chemical Industry*. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- SIMMONDS, Peter Lund. 1876/1873. *Waste Products and Undeveloped Substances: A Synopsis of Progress Made in Their Economic Utilisation During the Last Quarter of a Century at Home and Abroad*, 3^e édition. London: Hardwicke and Bogue.
- SIMMONDS, Peter Lund. 1875. *Animal Products. Their Preparation, Commercial Uses, and Value*. New York: Scribner, Welford and Armstrong.
- SIMMONDS, Peter Lund. 1874. «Rien de perdu. Utilisation des déchets et des rebuts dans l'industrie et la nature.» *Revue britannique* 49 : 329-361.
- SIMMONDS, Peter Lund. 1862. *Waste Products and Undeveloped Substances; or, Hints for Enterprise in Neglected Fields*. London: Robert Hardwicke.
- SIMPSON, R. David. 1999. *Productivity in Natural Resource Industries. Improvement through Innovation*. Washington: Resources for the Future.
- SÜSSENGUTH, Otto. 1879. *Die industrie der abfallstoffe. Darstellung der gebräuchlichsten methoden zur technischen verwerthung von abgängen des thier-, pflanzen- und mineralreichs. Nach P. L. Simmonds' Waste products and undeveloped substances unter bürücksichtigung der neusten erfahrungen und fortschritte, bearb. von dr. Otto Süssenguth*. Leipzig: Quandt und Händel.
- TALBOT, Frederick A. 1920. *Millions from Waste*. Philadelphia: J. B. Lippincott Company.
- TRANCHANT, Carole, L. VASSEUR, I. OUATTARA et J.-P. VANDERLINDEN. 2004. «L'écologie industrielle : Une approche écosystémique pour le développement durable.» *Actes du colloque «Développement durable : Leçons et perspectives*. » Ouagadougou, 1^{er} au 4 juin, pp. 457-464 <http://www.francophonie-durable.org/documents/colloque-ouaga-a3-tranchant.pdf>
- WERNICK, IDDO K., Robert HERMAN, Shekhar GOVIND and Jesse AUSUBEL. 1996. «Materialization and Dematerialization: Measures and Trends». *Daedalus* 125 (3): 171-198. <http://phe.rockefeller.edu/Daedalus/Demat/>
- WOLF, Anna et Kenth PETERSSON. 2007. « Industrial Symbiosis in the Swedish Forest Industry. » *Progress in Industrial Ecology* 4 (5): 348-362.