

Les économistes doivent-ils se mettre au vert?

Philippe Crabbé

Volume 66, numéro 3, septembre 1990

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/601537ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/601537ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

HEC Montréal

ISSN

0001-771X (imprimé)

1710-3991 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Crabbé, P. (1990). Les économistes doivent-ils se mettre au vert? *L'Actualité économique*, 66(3), 285–304. <https://doi.org/10.7202/601537ar>

LES ÉCONOMISTES DOIVENT-ILS SE METTRE AU VERT? *

Philippe CRABBÉ

Institut de recherche sur l'environnement et l'économie

Université d'Ottawa

«Je crois que, peut-être même plus que les écologistes, les économistes détiennent la clef de l'avenir de l'humanité.» (P.R.EHRLICH [24])

«..., le désir fanatique de laisser sur la terre une cicatrice,...» (A.MALRAUX [52])

«Il n'y a pas beaucoup de satisfaction à contempler un monde qui ne contiendrait plus de traces de l'activité spontanée de la nature; avec la mise en culture de chaque lopin de terre capable de faire pousser des vivres; avec le labour de chaque pré fleuri; avec l'extermination de chaque quadrupède ou oiseau non-domestiques en tant que rival dans l'acquisition des subsistances; avec le déracinement de chaque haie ou arbre superflus et avec rarement un endroit où un buisson ou une fleur sauvages pourraient croître sans être arrachés comme une mauvaise herbe au nom d'une agriculture améliorée. Si la terre doit perdre cette grande part d'agrément qu'elle doit aux choses qu'un accroissement illimité de la richesse et de la population lui extirperaient, dans le seul but de lui permettre de soutenir une population plus nombreuse mais non meilleure ou plus heureuse, j'espère sincèrement pour la postérité qu'elle se contentera d'être stationnaire avant que la nécessité ne la contraigne à le devenir.» (J.S.MILL [55])

Un jour que j'étais à Québec, je devais me rendre au ministère des ressources naturelles et de l'énergie. J'y étais déjà allé dans le passé mais je ne me souvenais plus très bien de l'adresse. Je hèle donc un taxi et demande au chauffeur de m'y conduire. Manifestement le chauffeur ne savait pas plus que moi où se trouvait le ministère. «Ah, me dit-il, je crois que je sais où c'est!» Il me conduit quelque part le long de la Grande Allée et me dit triomphalement : «Voilà, c'est ici!» Je savais pertinemment que le ministère des ressources naturelles et de l'énergie ne se situait pas sur la Grande Allée. Je regarde alentour et vois la pancarte bleue fleur-de-lysée qui se lit : «Ministère de la culture». Je fais part au chauffeur de taxi de mon désarroi. Il me répond l'air interloqué : «Je pensais que ressources naturelles, agriculture, culture tout ça c'était la même chose!»

Je dédie mon allocution présidentielle à ce chauffeur de taxi dont l'intuition profonde mérite d'être élucidée.

* Allocution présidentielle présentée à la Société canadienne de science économique au congrès tenu à Saint-Jovite.

Si j'ai choisi le sujet de l'économie des ressources naturelles pour mon allocution présidentielle, c'est certes parce que j'y ai consacré l'essentiel de ma carrière mais surtout parce qu'il s'agit d'une branche de la science économique qui a permis à la Société canadienne de science économique de se bâtir une solide réputation scientifique internationale. Si on exclut un membre de fraîche date de notre Société, celle-ci a produit des contributions significatives dans le domaine de l'extraction, de l'investissement, de l'exploration et des structures de marché des ressources minières et pétrolières ainsi que dans celui de l'économie de l'énergie. Si on inclut ce nouveau collègue, la Société a contribué à presque tous les thèmes importants de l'économie des ressources naturelles. Un hommage tout particulier doit être rendu au Groupe de recherche en économie de l'énergie et des ressources naturelles de l'Université Laval qui a servi de catalyseur à la communication des résultats de recherche dans ce domaine au Québec, dans sa périphérie et dans la francophonie. Je suis sûr également que mes collègues en ressources naturelles s'associeront à moi en reconnaissant la dette intellectuelle que nous devons tous à nos collègues et compatriotes anglophones John Dales et Anthony Scott.

Un domaine qui, malheureusement, a été délaissé au Québec comme ailleurs au Canada est celui de l'économie de l'environnement. Cette négligence est particulièrement inquiétante parce que de nombreux scientifiques et activistes de l'environnement attribuent aux économistes, au moins aux économistes néo-classiques, la responsabilité de la dégradation de l'environnement. D'autre part, si l'on croit les sondages d'opinion, il est évident que l'environnement est devenu une priorité dans les préoccupations des citoyens des pays développés. Finalement, la globalisation, l'irréversibilité, l'évaluation et l'incertitude des conséquences des problèmes de l'environnement qu'il s'agisse de l'effet de serre, de l'épuisement de la couche d'ozone, de la décroissance de la diversité génétique, des pluies acides, de la disposition des déchets dangereux offrent un défi renouvelé à l'analyse économique. Le thème même de développement viable très à la mode aujourd'hui chez les politiciens et les scientifiques a échappé jusqu'à maintenant à tout effort sérieux de modélisation économique [67]. Pendant que l'incendie du dépotoir de pneus à St-Amable fait rage, je vous invite donc à vous mettre au vert.

La formation philosophique de ma génération était phénoménologique. Merleau-Ponty, un des représentants les plus éloquents de cette école philosophique, disait qu'il fallait par une réflexion qui soit véritablement radicale, c'est-à-dire qui nous révèle les préjugés établis en nous par le milieu, par la culture et par les conditions extérieures, transformer ce conditionnement subi des préjugés en conditionnement conscient [54]. C'est un truisme de dire que notre civilisation occidentale est héritière des cultures judéo-chrétienne et gréco-romaine. Les économistes de ma génération comme la plupart des grands économistes de formation européenne qui nous ont précédés, ont été éduqués dans l'équivalent des collèges classiques où ils ont été exposés à ces cultures de manière intense. La Bible offre une vue théocentrique de l'environnement et promeut l'attitude dominatrice de l'humanité à son égard. La Genèse et les Évangiles nous disent que Dieu a créé un monde inachevé et que c'est le privilège de l'homme que d'aider à le parachever. La nature appartient

à Dieu et l'homme en a la gestion. Après la chute, rien n'a fondamentalement changé si ce n'est que l'environnement est devenu avare de ses services et que le facteur travail utilisé pour les obtenir donne lieu à des coûts réels en terme de souffrance et non plus seulement à des coûts d'option [30]. La culture grecque avait une vision beaucoup plus écologique du rôle de l'espèce humaine que la vision judéo-chrétienne. En Grèce, la plupart des ressources naturelles qu'il s'agisse d'une source ou d'une forêt étaient déifiées au moins par la sagesse populaire [74]. L'idée d'un équilibre écologique trouve sa racine dans le mythe d'Épiméthée qui était chargé par les dieux d'établir un équilibre entre les espèces de telle manière qu'aucune ne soit décimée en donnant à chacune y compris l'espèce humaine les subsistances et les moyens de défense [51]. Les intellectuels grecs, surtout Xénophon et Aristote qui sont les seuls à traiter de la relation homme-environnement, avaient une attitude anthropocentrique et interventionniste vis-à-vis de l'environnement contrairement à la vision biblique théocentrique. L'environnement est stable et autosuffisant, et gouverné par des lois d'harmonie faciles à comprendre. L'homme est gouverné par les mêmes lois que la nature et doit améliorer sa relation bénéfique avec elle afin d'établir avec elle une harmonie au sens musical du mot. Cette harmonie est obtenue par une sorte de programmation séquentielle où un type de récolte doit être mieux adapté à un type de terrain, une fibre la mieux adaptée à tel type de textile, etc. Cette activité n'est pas créatrice de richesse. Seul l'environnement est créateur de richesse. Vous trouvez ici la racine de la conception physiocratique du produit net. Tout excédent de ressource par rapport à cette harmonie est du gaspillage [50], [51]. Au début de son traité d'économie publique écrit en 355 avant Jésus-Christ appelé *Les voies et moyens d'améliorer le revenu de l'état d'Athènes*, Xénophon fait un inventaire complet de l'environnement de l'Attique : climat, agriculture, ressources non-renouvelables et fait des recommandations sur l'exploration et l'exploitation des mines d'argent du Laurion [75]. Ce traité de Xénophon était très lu par les mercantilistes ; il fut publié en appendice de l'ouvrage de Charles Davenant *Discourse on the Publick Revenues and the Trade of England* et de l'édition de William Petty *Political Arithmetick* [51]. Les mercantilistes allemands, les caméralistes, appliquèrent les principes de la physique newtonienne à l'économie publique, qui inclut la gestion du domaine public et donc des ressources naturelles domaniales, et à l'économie privée divisée en économie urbaine et économie rurale. L'économie rurale inclut la gestion des ressources naturelles. C'est dans ces littératures pragmatiques d'économie publique et d'économie rurale que l'on trouve les premières traces du marginalisme sous le nom de «statique» [13]. Elles aboutiront aux contributions d'Albrecht Thaer en économie rurale et de celles de son élève von Thunen, l'inventeur du concept de la productivité marginale [11]. Ces littératures mèneront également aux développements de l'économie spatiale et de l'économie forestière. Selon Thaer, la statique agricole était la science qui devait établir un état d'équilibre entre le rendement et l'épuisement du sol [11]. C'est de cette tradition caméraliste qu'est née la remarquable contribution allemande à l'économie forestière au 19^{ème} siècle qui nous a valu celle de M. Faustmann en particulier. Les grands techniciens du mouvement de la conservation américaine comme Gifford Pinchot et Bernard Fernow, qui est devenu le premier doyen de la

faculté de foresterie à l'Université de Toronto, ont été formés à cette économie forestière allemande. R.Ely, le premier économiste des ressources naturelles et l'économiste du Mouvement de la Conservation aux États-Unis, a lui-même reçu sa formation académique en Allemagne sous la forme moins technique que l'École Historique Allemande a donné à la foresterie [13]. L'Amérique a offert sa propre armée d'activistes de l'environnement : G.P.Marsh, J. Muir et Aldo Leopold mais aucun n'était économiste [61]. Depuis les physiocrates jusqu'en 1913, l'économie des ressources naturelles en langue anglaise était considérée comme un appendice de la théorie de la rente de la terre [11].

L'économie de l'environnement peut s'organiser autour de sept ou huit thèmes principaux dont plusieurs sont communs à l'économie des ressources naturelles dont elle offre une généralisation¹.

Le premier thème qui donne une saveur particulière à l'économie de l'environnement est celui de la rente. La première loi de la thermodynamique, la loi de la conservation de la matière et de l'énergie peut s'énoncer vulgairement: «Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme.» L'environnement terrestre constitue pour toutes fins pratiques un système fermé au sens de la théorie des systèmes en ce qui concerne la matière. Ceci est vrai, que l'environnement soit considéré en tant que source de ressources naturelles ou en tant que réceptacle de déchets. L'environnement terrestre est évidemment ouvert par rapport à l'énergie puisque le soleil en est de loin la source principale. La deuxième loi de la thermodynamique dit que la capacité de l'énergie à exercer un travail se dégrade inmanquablement dans un système fermé qui cette fois inclurait le soleil. C'est elle qui est responsable de l'impossibilité du recyclage à 100%, de l'impossibilité de produire les facteurs de production à partir du produit c'est-à-dire de renverser le processus de production que la théorie néo-classique de la production reconnaît d'ailleurs [66]. C'est elle également qui invalide le schéma des flux macroéconomiques circulaires comme l'a si bien noté Georgescu-Roegen [29]. Dans la mesure où la matière ou ses produits et services passent par le marché, leur offre est amenée à devenir parfaitement inélastique avec l'augmentation au moins conceptuelle de la demande qu'il y ait ou non substitutions entre biens ou facteurs de production, qu'il y ait ou non progrès technique. Avec l'accroissement de la demande, les deux lois de la thermodynamique sont ensemble responsables de la rareté de l'environnement, de sa rente. L'hypothèse de libre disposition des biens qui est également un axiome de la théorie néo-classique de la production n'est pas compatible avec les deux lois de la thermodynamique [66]. La rente peut être au moins conceptuellement absolue ou malthusienne dans la mesure où l'accroissement de la population est un facteur d'augmentation de la demande. La différence de qualité physique et d'accessibilité de l'environnement donnent lieu à des rendements décroissants ricardiens qui sont à l'origine de la rente différen-

1. Un thème important volontairement omis parce que moins négligé au Canada est celui du traitement de l'environnement dans les comptes nationaux.

[65],[18],[23] constituent dans l'ordre d'excellentes introductions à l'économie de l'environnement.

tielle [3]². C'est la seconde loi de la thermodynamique qui donne une dimension historique, une irréversibilité dynamique à la loi des rendements décroissants ricardiens. Cette irréversibilité est capturée par un effet ou une externalité intertemporelle de stock dans les fonctions objectives, dans lesquelles on retrouve flux et stocks, et qui donnent donc lieu à des méthodes d'analyse dynamique. Le problème de L.C.Gray, le premier économiste néo-classique des ressources naturelles et élève d'Ely, est de savoir si l'environnement à la marge extensive donne lieu à une rente absolue. Ce problème est une question empirique et non théorique [11].

Le double phénomène de la rente absolue et différentielle est illustré par l'usage de courbes sigmoïdes, de courbes de saturation à asymptote supérieure dont la plus connue est la logistique popularisée par le premier rapport du Club de Rome *Halte à la croissance* mais qui fut aussi utilisée par S.Kuznets au cours des années 30 [53], [48]. L'asymptote supérieure, donne lieu à une rente absolue comme le reconnaissait déjà implicitement William Jevons dans son ouvrage *The Coal Question*, ouvrage qui a fait l'objet d'une allocution présidentielle par un de mes prédécesseurs à cette tribune [22], [38], [28]³. Le point d'inflexion donne lieu à une rente différentielle.

Le deuxième thème de l'économie de l'environnement est que la première loi de la thermodynamique force nécessairement l'économie à un état stationnaire c'est-à-dire de taux de croissance maximal équilibré nul. Ce résultat a évidemment des implications importantes pour l'application du théorème de l'autoroute [71]. Le concept d'état stationnaire avait été élaboré par les économistes classiques et en particulier par J.S.Mill pour qui le progrès technique ne pouvait que retarder l'état stationnaire mais non le supprimer. Dans les pays développés, l'état stationnaire, selon Mill, permettrait une meilleure distribution de la richesse s'il était accompagné d'un contrôle de la population; l'accroissement de la production serait limité aux pays du Tiers-monde. Le contrôle de la population devait empêcher l'encombrement, développer les avantages de la coopération et des échanges sociaux dans un état stationnaire [55]. La conjecture de Mill a été reprise par le Club de Rome dans *Halte à la croissance* et par H.Daly qui, plus fidèle à Mill, lui a conféré un caractère éthiquement désirable [53], [16]. Récemment, C.Perrings a démontré dans le cadre d'un modèle von Neumann indécomposable, qui inclut à la fois le système économique et l'environnement, que la première loi de la thermodynamique imposait nécessairement une croissance maximale équilibrée nulle. De plus, l'environnement impose des changements technologiques au système économique avec une vitesse qui dépendra de la structure des matrices d'intrants et extrants même avec croissance zéro si le système économique génère des déchets. L'état stationnaire ne sera pas ergodique; il dépendra de toute son histoire. Certains sous-systèmes peuvent encore croître mais aux dépens des autres sous-systèmes. Le

2. Une évaluation historique plus rigoureuse du concept de la rente se trouve dans Hartwick([33], Ap.I).

3. «Néanmoins les pouvoirs de la nature organique et inorganique présentent toujours ce contraste remarquable. Les premiers sont toujours relatifs au nombre d'êtres existants et tendent incessamment à croître. Mais la nature extérieure présente une certaine limite absolue et inexorable, quelque incertain et indéfinissable qu'elle puisse être.» ([38], c.9, 195 traduit dans [22], v.1, 225-6).

système des prix ne contrôle qu'imparfaitement l'économie et rend celle-ci partiellement observable et contrôlable et donc sujette à incertitude et instabilité. Le résultat fondamental de Perrings semble dépendre cruciallement de ses hypothèses de système fermé par rapport à la matière et de prix nuls pour les activités de l'environnement [66]. En effet, en supposant qu'un écosystème est un système ouvert et en supposant que le système des prix s'étend aux activités de l'environnement, Amir obtient un taux de croissance positif pour un modèle von Neumann. Ce dernier donne également des interprétations écologiques à des concepts économiques tels productivité nette pour l'accroissement d'un stock mesuré en unités de masse, métabolisme basal pour la dépréciation, etc... [1]

Le troisième thème qui émane historiquement du premier, de celui de la rente, est celui de l'environnement en tant qu'avoir et en tant que ressource renouvelable. L'environnement est très semblable à une terre à usage agricole de qualité variable de Ricardo. Faustmann avait déjà résolu en 1849 un problème fondamental de la théorie du capital, c'est-à-dire le remplacement (en fait son dual) en cas de chaîne infinie pour des avoirs d'âge différent sujets à rendements constants à l'échelle [13]. Les théoriciens du capital les plus brillants, de Wicksell aux Lutz, se sont attaqués pendant cent ans à ce problème en l'illustrant par la forêt et, ignorant la contribution de Faustmann, lui ont immanquablement donné une solution inexacte [27]. Le concept de coût d'usage a été élaboré par L.C.Gray dès 1914 en s'appuyant sur les généralisations intertemporelles de la théorie de la rente ricardienne par Bohm-Bawerk [11]. La règle d'or modifiée fournit la règle de gestion des ressources renouvelables et donc de l'environnement. Le taux d'intérêt propre de l'environnement doit égaler le taux d'intérêt du marché [20]. Les problèmes isopérimétriques de calcul des variations nécessités par la théorie du capital ont été apportés à l'économie en bonne partie par Hotelling qui, selon des documents non-publiés découverts à Columbia, avait trouvé la solution stationnaire du modèle logistique des pêcheries sans effet de stock [13].

Un quatrième thème de l'économie de l'environnement est celui des ressources à libre-accès que la globalisation, dont je parlais tout à l'heure, rend plus importante que jamais. Dans une situation de libre-accès, la ressource est libre pour l'agent mais rare pour la société comme le dit notre compatriote Scott Gordon [31]. L'environnement est utilisé de manière inefficace (la rente est dissipée) et l'inefficacité est d'autant plus grande que l'environnement est de meilleure qualité. Comme le dit Frank Knight dans sa critique des industries à coûts décroissants de Pigou, «c'est la fonction sociale de la propriété exclusive d'empêcher l'investissement excessif dans les situations supérieures» [44]. Cette situation de libre-accès résulte de l'existence d'une double externalité: une externalité technologique et une externalité stratégique. Le véhicule de l'externalité technologique est le stock de la ressource qui se comporte comme un bien public dans la mesure où il y a impossibilité d'exclure mais en diffère dans la mesure où le coût marginal de servir un agent additionnel n'est pas nul. Il n'est pas nul à cause de l'effet temporaire de l'externalité technologique qui est l'encombrement comme l'avait déjà reconnu le

premier théoricien des ressources à libre-accès, l'économiste danois Jens Warming en 1911, devant Scott Gordon de quarante ans [73]. L'impact intertemporel de l'externalité technologique s'appelle l'externalité de stock qui met en jeu les rendements décroissants ricardiens. C'est l'externalité stratégique qui donne la dimension dynamique au libre-accès c'est-à-dire l'incitation à extraire le stock le premier. Toutes ces externalités mènent individuellement à une dissipation de la rente d'autant plus complète que le nombre d'agents est élevé. En cas de coûts constants, elles mènent à une extraction individuelle qui tend vers zéro avec le nombre d'agents. L'externalité stratégique peut être modélisée par un jeu non-coopératif dynamique à boucle ouverte. Cette modélisation a deux défauts. Le premier est que sans externalité technologique, l'externalité stratégique mène à une extraction optimale de la ressource quel que soit le nombre d'agents, ce qui est contre-intuitif [8]. Le deuxième est qu'une stratégie à boucle ouverte implique l'engagement d'adopter un sentier d'exploitation, ce qui revient à privatiser une partie du stock et donc contredire l'hypothèse de libre-accès [25]. En d'autres mots, l'engagement de suivre un sentier d'exploitation n'est pas crédible. Par conséquent, l'externalité stratégique doit être modélisée par une stratégie à boucle fermée qui mène à un équilibre sous-jeu parfait. Sans externalité technologique, cette stratégie à boucle fermée mène à l'épuisement immédiat de la ressource en cas de coûts constants. Ce résultat est intuitif [69]. Il est aussi remarquable que cette stratégie mène au même résultat sans taux d'escompte exogène en cas d'horizon infini parce que le nombre de participants détermine un taux d'escompte endogène [57].

Même si bien souvent le dilemme du prisonnier est utilisé pour illustrer la situation de libre-accès, l'équilibre de Nash correspondant à la situation de libre-accès n'est pas un équilibre en stratégies dominantes [19]. Cette remarque n'est pas triviale puisqu'elle affecte la stabilité de l'équilibre. Ce n'est pas pour rien que dans la théorie des incitations, on recherche des équilibres de Nash en stratégies dominantes [49], [46]. Les remèdes traditionnels proposés au libre-accès, taxes, marchés de droit, internalisation, fonctionnent en l'absence d'incertitude et de coûts de transaction à condition que les effets de l'externalité soient symétriques [35]. L'essence du théorème de Coase est de montrer que toute mauvaise allocation de titres légaux par le droit peut être corrigée par le marché. La restauration de l'efficacité se fait de manière équitable [10]. Si les dommages ne sont pas symétriques mais unidirectionnels, l'incitation à la coopération et même à la participation au jeu doit se faire au moyen de compensations, de paiements latéraux [35]. Ce point a été complètement oublié par la commission québécoise d'enquête sur les déchets dangereux [9]. Des compensations aux populations locales sont nécessaires si l'on veut compenser l'attitude «Pas dans ma cour» lorsqu'il s'agit de disposer de déchets dangereux. Par contre, le plan vert du gouvernement fédéral reconnaît la nécessité du financement et des transferts de technologie aux pays pollueurs du Quart-monde afin de les inciter à signer des accords internationaux de coopération environnementale qu'ils ne signeraient pas autrement [32]. La même stratégie devrait être adoptée avec les provinces canadiennes pauvres afin de les inciter à participer à des accords environnementaux de type fédéral-provincial. L'adhésion aveugle au principe «Les

pollueurs doivent être les payeurs» ne se justifie donc pas même indépendamment du théorème de Coase [35]. Un accord international sur la réduction des émissions de dioxyde de carbone pourrait, s'il voulait inciter le Canada à signer, devoir prévoir des compensations pour ce pays puisque le Canada pourrait en fait bénéficier d'un réchauffement du climat.

La distance entre la solution coopérative et non-coopérative est fonction, dans le cas de fonctions de bénéfices et de coûts linéaires, du rapport des pentes selon le même mécanisme que celui de la détermination de l'incidence des taxes indirectes des manuels. Si ce rapport est petit ou grand, l'écart sera petit. Un problème se présente donc lorsque les pentes sont du même ordre de grandeur [4]. Dans le cas d'un accord sur les pluies acides entre le Canada et les États-Unis, il y a deux partenaires qui se connaissent. Le rapport bénéfices-coûts est petit donc la distance entre la solution coopérative et non-coopérative est grande et l'accord plus difficile à obtenir.

Le problème du libre-accès étant un problème dynamique, il se répète. Il faut donc faire appel aux concepts de solution de jeux non-coopératifs répétés avec escompte. Une des stratégies d'équilibre de ces jeux induit la coopération avec taux d'escompte approprié, si chaque agent menace les autres de jouer non-coopérativement pour toujours, dans le cas de manquement à la coopération. L'avantage de cette structure de jeu est qu'elle correspond à une norme sociale [21]. Il est évident que la monitorisation joue un rôle important dans ce jeu et qu'elle est d'autant plus facile que les parties sont peu nombreuses et se connaissent. C'est pourquoi la propriété commune ne mène pas nécessairement à la dissipation de la rente [5]. Le nombre des parties y est typiquement petit. Un autre argument en faveur de la propriété commune est qu'en cas d'incertitude, la propriété commune est une forme d'assurance. Pensez à l'ancien système de la tontine!

En cas d'accord international, il y a fréquemment des non-signataires. Les signataires se comportent alors comme des meneurs de Stackelberg et les non-signataires comme des suiveurs. Avec des fonctions linéaires et des situations symétriques, il est possible de démontrer que l'accord est stable c'est-à-dire que les non-signataires ne désirent pas signer et que les signataires ne désirent pas renier leur signature [4].

Puisqu'il n'existe pas d'autorité internationale, il est important que les accords internationaux soient autosanctionnables. Si le bénéfice net de tricher excède celui de coopérer, ce ne sera pas le cas. Si un signataire quitte, le bénéfice de ne pas coopérer pourrait augmenter. De plus, si on considère un traité international comme l'équilibre d'un jeu non-coopératif de réduction proportionnelle de la pollution, la réduction sera d'autant moindre que le nombre de signataires sera petit et bien entendu la pollution globale d'autant plus grande puisque les non-signataires ne réduisent pas la pollution [36].

Ne peut-on reprocher à la théorie des jeux d'avoir emprunté l'hypothèse égoïste de rationalité à l'économie néo-classique? Ne devrait-on pas imposer la condition que dans les négociations un certain sens du devoir, un certain altruisme intra et intergénérationnel devrait prévaloir. Un certain sens du panache pourrait conduire

un pays à des actions unilatérales de bon comportement environnemental afin d'inciter les autres à signer un accord international. Malheureusement, il est possible de montrer que ce genre de geste bien intentionné peut dans certaines circonstances mener à des traités plus faibles en termes de réduction de pollution que ceux qui seraient le résultat de comportement rationnel égoïste [37].

La commission québécoise d'enquête sur les déchets dangereux, la commission Charbonneau, a adopté comme premier principe directeur le droit de la population à l'information, à la consultation et à la participation aux décisions en matière environnementale [9]. Le plan vert fédéral parle de partenariat en matière de décision environnementale [32]. L'accent mis sur ce nouveau partenariat est particulièrement important sur la base de l'évidence historique concernant des ressources à libre-accès telles l'environnement. Les leçons de l'histoire en matière de ressources à libre-accès sont basées sur des expériences aussi diverses que la gestion des eaux à Valence en Espagne au 15^{ème} siècle ou aux Philippines au 17^{ème}, sous l'influence espagnole bien entendu, sur la gestion des pâturages et forêts dans certains villages suisses depuis le 13^{ème} siècle et dans certains villages japonais depuis le 17^{ème}. L'évidence historique démontre qu'une gestion efficace des ressources comme l'environnement, même en période de crise, requiert un système de gouvernement qui donne à la plupart des usagers une voix active dans la détermination des règles à suivre, qui utilise les usagers comme agents de contrôle, qui développe des mécanismes de résolution des conflits rapides et peu coûteux et développe des procédures pour changer les règles en cas de changements de situations [62]. Sur cette base historique et le succès au moins partiel des zones écologiques contrôlées au Québec, nous ne pouvons qu'appuyer le principe de la création des Sociétés régionales de gestion des déchets dangereux proposé par la commission Charbonneau [9].

Je ne puis quitter le thème des ressources à libre-accès sans parler des marchés de droits de pollution qui sont, après tout, une institution d'invention canadienne. Ces marchés requièrent un niveau cible de pollution qui est choisi par rapport à une technologie favorisée par les pouvoirs publics. La cible est alors divisée entre pollueurs individuels, sous forme de quotas qui sont transférables à un prix de marché. L'évidence empirique, basée sur l'expérience du *Clean Air Act* aux États-Unis et sur la pollution de l'eau en Europe et au Japon, est que ces marchés fonctionnent relativement bien et sont beaucoup moins dispendieux que la réglementation par ordres dans l'atteinte de leurs objectifs [70]. Les avantages de ces marchés sont qu'ils fonctionnent complètement indépendamment de la fonction de levée de revenus généraux de l'État, qu'ils requièrent moins d'information que la levée d'impôts indirects, qu'ils diminuent le danger de capture des autorités régulatrices, qu'ils induisent davantage d'obéissance aux normes et qu'ils font davantage que la réglementation pour encourager l'adoption de nouvelles technologies propres. Toutefois, ils ne peuvent fonctionner qu'avec la coopération des pouvoirs publics puisque ceux-ci déterminent les normes de pollution et surveillent leur mise en application. Les marchés de droits de pollution paraissent d'autant plus économiques qu'ils sont larges. Il serait donc avantageux de les établir conjointement

avec plusieurs provinces dans les régions fortement industrialisées des deux côtés des frontières. Ils fonctionnent d'autant mieux que les polluants sont uniformément répartis dans le milieu ambiant. Si ce n'est pas le cas, ils fonctionnent mieux dans des marchés localisés. Les coûts de transaction de ces marchés sont loin d'être négligeables cependant et bénéficient donc davantage aux grandes firmes. Bref, si les firmes d'une industrie sont petites et nombreuses et responsables de l'émission de nombreuses substances polluantes, un système de redevances est préférable à un marché de droits de pollution. Le Canada, à cause de sa dispersion géographique devrait envisager la création d'un marché de droits de pollution avec les Etats-Unis parce que les formes de pollution internationales sont davantage du type de répartition uniforme.

Un cinquième thème est celui de l'évaluation des externalités. L'évaluation des externalités environnementales est imparfaite mais une évaluation positive imprécise vaut mieux qu'absence d'évaluation qui mène à une valeur implicite nulle et donc à un usage excessif de l'environnement. L'évaluation se fait essentiellement par des méthodes basées sur la disposition à payer ou d'autres méthodes qui ont été développées en économie de la récréation. La disposition à payer est basée sur une estimation de la variation compensatoire ou équivalente par un processus d'enchères artificiels référés toutefois à un contexte institutionnel précis mené par l'intermédiaire de questionnaires [14], [56]. Les variations équivalentes observées sont immanquablement bien inférieures aux variations compensatoires à cause d'un phénomène bien connu des psychologues [43]. Cette méthode est utile pour des variations de la consommation d'un bien. Si la majorité d'un groupe vote en faveur d'un service et si l'on peut estimer que la distribution des préférences est symétrique, la disposition à payer sera alors la moyenne arithmétique de la disposition à payer du groupe qui coïncidera avec la disposition à payer de l'agent médian [39]. La méthode d'enchères ou d'évaluation contingente est sujette à un série de biais empiriques : biais d'information (motivation à tricher), biais de véhicule (le mode de financement du service affecte la réponse), biais du point de départ (la plage des prix considérés par le répondant est affectée par le prix de départ proposé par l'enquête) et le biais hypothétique (résultant du caractère artificiel de l'expérience) [14], [56].

À la valeur d'usage réelle des services de l'environnement s'ajoute leur valeur d'option. Cette valeur correspond à la prime d'assurance qu'un consommateur serait prêt à payer pour que l'environnement soit maintenu dans un certain état au cas où le consommateur, ses contemporains et sa postérité l'utiliseraient. Cette valeur sera d'autant plus grande et positive que l'incertitude de l'offre est grande. Elle peut être négative si l'incertitude porte sur les préférences. Valeur d'usage réelle et valeur d'option forment ensemble la valeur d'usage. Dans le cas d'avoirs environnementaux uniques, il faut ajouter une valeur d'existence qui, empiriquement, peut excéder de beaucoup la valeur d'usage. Cette valeur d'existence est une valeur intrinsèque au sens éthique du mot, qui peut, par exemple, représenter les droits des animaux [65].

Une deuxième méthode d'évaluation de la valeur d'usage réelle est celle des coûts de voyage qui est due également à Hotelling. Cette méthode permet d'inférer la courbe de demande et d'évaluer le service par l'aire sous la courbe. Elle ne permet pas d'évaluer les valeurs d'option et d'existence [2].

Une troisième méthode est la méthode hédonique qui essaie d'inférer la valeur d'usage d'une ressource par le biais d'un attribut d'un avoir (par exemple, une maison avec vue sur le Mont-Tremblant et la même maison sans vue). Cette méthode n'est pas d'application universelle et peut capturer des valeurs de développement plutôt que des valeurs de conservation [2].

Une quatrième méthode est celle des coûts d'option qui évaluent l'environnement par le coût d'un projet de développement ou par le coût d'offrir un environnement équivalent [2].

Une cinquième méthode est celle des dépenses brutes qui évaluent les services de l'environnement par les dépenses que l'utilisation de ces services entraînent [2].

L'irréversibilité de nombreuses décisions de développement telles que la déforestation de l'Amazonie, l'épuisement de la couche d'ozone, en présence d'incertitude écologique considérable, est un aspect important que l'analyse économique doit prendre en considération. L'irréversibilité est une propriété d'une décision dynamique qui rend des décisions à venir mutuellement exclusives [36]. Par conséquent, la règle de sélection des investissements mutuellement exclusifs en analyse coûts-bénéfices doit être adoptée c'est-à-dire adopter l'investissement le plus profitable qui peut être un rapport avantages-coûts plus grand que 1 [6]. L'irréversibilité a un aspect physique ou institutionnel. Le capital n'est pas malléable et a un aspect de marché, il n'est pas transférable sans escompte. En cas d'incertitude avec information croissante, le coût d'option de l'investissement irréversible est augmenté de la valeur de l'information mesurée par le regret potentiel d'avoir adopté la décision irréversible, c'est-à-dire la valeur espérée postérieure de l'information parfaite en théorie de la décision statistique bayésienne [12]. L'effet d'irréversibilité se produira si et seulement si l'information favorise la décision réversible. Dans les décisions environnementales, les décisions irréversibles prennent la forme de proportion de l'environnement consacrée au développement. Dans ce cas, l'effet d'irréversibilité se produit toujours [26]. Pour une décision environnementale, le rapport bénéfices-coûts doit être plus élevé que pour une décision réversible et d'autant plus grand que la valeur de l'information est plus grande c'est-à-dire que l'incertitude est grande [6]. La théorie des investissements irréversibles nous suggère donc de prendre les phénomènes globaux très au sérieux et qu'il faut un rapport bénéfices-coûts très élevé pour entreprendre une décision irréversible. Une opportunité d'investissement irréversible peut s'estimer par la méthode d'évaluation des options financières [12].

L'économie de l'environnement constitue également un terrain d'application des problèmes d'asymétrie d'information. Une illustration nous est donnée par le deuxième principe directeur de la commission Charbonneau, celui du partage

équitable des responsabilités des producteurs et des consommateurs sur l'ensemble des cycles des produits dangereux [9]. Il est évident que cette responsabilité devrait être tripartite c'est-à-dire qu'elle devrait impliquer les pouvoirs publics également. Il y a asymétrie d'information entre le producteur et le consommateur. Les actions de substitution d'autres produits aux matières dangereuses ne sont pas observables par les consommateurs. À moins de trouver un contrat incitatif entre eux, l'intervention des pouvoirs publics sous forme de redevances/subventions favorisant les technologies douces serait nécessaire. À cette fin, les pouvoirs publics tiendraient un inventaire des cycles des produits dangereux et des technologies douces. En d'autres mots, cette solution suppose qu'il ne subsisterait plus d'asymétrie d'information entre le producteur et les pouvoirs publics. Ceux-ci assureraient également que la vérité sur le contenu des produits en matière dangereuse soit communiqué aux consommateurs. Il est à remarquer qu'à cause de l'asymétrie d'information, il n'est plus indifférent pour l'efficacité que la redevance/subvention soit imposée au producteur ou au consommateur comme elle l'aurait été si l'information avait été symétrique. Indépendamment de l'aspect équilibre budgétaire de ces redevances-subventions, il est important qu'elles rentrent ou sortent d'un fonds dont les revenus sont entièrement consacrés au maintien ou à la restauration de l'environnement, ce qui n'est généralement pas le cas dans la pratique. En général, les redevances environnementales sont considérées comme des revenus généraux par les pouvoirs publics. La raison qui justifie l'affectation environnementale de ces redevances est la règle d'Hartwick c'est-à-dire que la rente d'une ressource non-renouvelable doit être affectée à son remplacement sous forme de capital physique [34]. L'environnement est, certes, une ressource renouvelable mais la présomption est qu'en pratique l'environnement a été miné, a été traité comme une ressource non-renouvelable qui doit être restaurée à son statut de ressource renouvelable. De plus, la règle d'Hartwick voudrait que la rente soit consacrée au capital physique. La prémisse de mon raisonnement est donc que l'environnement est une ressource essentielle à laquelle la substitution du capital physique est impossible selon la première loi de la thermodynamique. Lorsque le ministre fédéral des pêcheries, Bernard Valcourt, veut imposer des royautés sur les débarquements de poisson, il applique la règle d'Hartwick comme Monsieur Jourdain faisait de la prose. Je me dissocie donc complètement de la proposition faite par H.Daly, dans son dernier livre, d'utiliser les redevances environnementales comme source de revenus généraux pour l'Etat [17]. La proposition de Daly ne peut qu'encourager la dépendance des revenus de l'État face à des impôts qui ne sont pas neutres. Les impôts environnementaux peuvent augmenter les distorsions telles que le degré d'oligopole dans une industrie. De plus, la fusion des recettes environnementales avec celles des recettes générales ne peut que menacer leur indexation à l'inflation. En effet, l'indexation à l'inflation des revenus généraux entraîne davantage de coûts de transaction que celle des royautés environnementales – il leur faut une loi ou un ordre en conseil pour être effectuée [70]. Le manque d'ajustement à l'inflation de ces royautés a un impact allocatif qui nuit à l'environnement [70].

L'asymétrie d'information peut aussi exister entre les pouvoirs publics et les consommateurs. Cette fois ce serait les pouvoirs publics qui sont l'agent qui a un intérêt à ne pas dire la vérité. Même si les pouvoirs publics disent la vérité, il faut encore que le public soit convaincu qu'il s'agisse de la vérité. Le point que je veux vous faire comprendre peut, à nouveau, être illustré par un exemple concret qui s'est produit récemment aux Etats-Unis. Le *Department of Energy* avait choisi un site pour l'entreposage de tous les déchets radioactifs de l'industrie nucléaire aux Etats-Unis. Ce site est le *Yucca Mountain* au Nevada. Le *Department of Energy* a dépensé un demi-milliard de dollars en études faites par des consultants pour vérifier la sécurité du site. L'évidence fournie par le *Department of Energy*, sur la base des rapports des consultants, n'a pas été acceptée par la population locale. Une enquête indépendante du *Department of Energy* a été menée auprès de la population locale pour déterminer son attitude vis-à-vis de l'emplacement de ce dépotoir. Des compensations monétaires allant de 1 000 dollars à 5 000 dollars, sous forme de rabais de taxe ou autres compensations monétaires, étaient offerts à la population locale pour l'inciter à accepter le dépotoir. Dans l'analyse des résultats, deux variables méritent une attention particulière. La variable compensation n'a jamais été significative. En d'autres mots, aucun montant ne pouvait compenser le risque perçu par le public. La variable «confiance dans les pouvoirs publics» s'est montrée la plus significative. Dans le cas de *Yucca Mountain*, cette confiance était totalement absente puisque le *Department of Energy* a dû non seulement renoncer au site mais également promettre de détruire toute l'information accumulée par ses consultants [47]. Il faut donc que les pouvoirs publics trouvent un mécanisme révélateur qui soit aussi perçu comme révélateur par le public. Le problème se complique davantage lorsque le public a un comportement non-probabiliste vis-à-vis du risque, ce qui semble le cas dans les situations pouvant avoir des conséquences catastrophiques comme les dépotoirs de déchets radioactifs. Le public semble essentiellement faire une distinction entre un risque acceptable et un risque non-acceptable pour lequel il n'existe aucune compensation monétaire possible, risque qui a peu de relation avec les probabilités définies sur une base objective ou fréquentiste. Il suffit que du cyanure soit injecté dans quelques raisins chiliens pour que toute la récolte destinée à l'exportation doive être détruite ou que des traces d'un produit chimique non-toxique soient trouvées dans quelques bouteilles d'eau minérale pour que toutes doivent être retirées du marché [72].

C'est dans la même perspective qu'il faut juger la proposition du plan vert de faire du gouvernement fédéral un modèle de comportement dans ses fonctions commerciales. Il est très important de distinguer les fonctions de société commerciale des fonctions de politique et de réglementation économiques des gouvernements. Il ne faut pas que la réputation de l'un affecte la réputation de l'autre. Il se peut très bien qu'une société d'État, disons Eldorado, puisse éprouver de grandes difficultés à assumer le rôle de modèle environnemental que le ministre voudrait lui imposer. Dans ce cas, la non-observation des normes environnementales pourrait être un motif suffisant de privatisation de ces activités commerciales. La responsabilité environnementale des pouvoirs publics, en tant que régulateur, est très similaire à

la fonction de vérification d'une firme de comptables agréés [46]. Afin de maintenir sa réputation, une firme de comptables doit avoir des procédures bien précises et le pouvoir de n'émettre que des jugements grossiers tels que «approuvé» ou «non approuvé». C'est pourquoi le projet de loi fédéral sur le processus d'évaluation et d'examen en matière d'environnement ne devrait pas laisser beaucoup de pouvoirs discrétionnaires aux vérificateurs. Le public doit pouvoir vérifier facilement si les procédures ont été suivies ou non. Le résultat de la vérification devrait être du style «laisser faire» ou «ne pas laisser passer». Dans la mesure où, pour des ressources à libre-accès comme l'environnement, il y a également asymétrie d'information, il est nécessaire d'obtenir des accords autosanctionnables. Il faudra également que les sociétés commerciales acquièrent une réputation de comportement environnementalement éthique qui devienne la norme.

Le développement viable est une expression des années 80 résultant du débat des années 70 initié par le Club de Rome. On la trouve pour la première fois dans le document, *Une stratégie mondiale de la conservation*, publié en 1980 par l'Union internationale pour la conservation de la nature qui est une organisation non-gouvernementale basée en Suisse [65]. C'est évidemment le rapport⁴ de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement présidée par le premier ministre de Norvège, anciennement ministre de l'environnement, Mme Gro Brundtland, qui a popularisé le concept [7]. Le concept est imprécis; il contient toutefois un certain nombre de caractéristiques importantes. La première est celle de l'équité intergénérationnelle. Il est bien clair dans mon esprit que cette perspective intergénérationnelle qui rejette un taux d'escompte basé sur la préférence intertemporelle a été empruntée à Talbot Page qui s'est lui-même inspiré de Rawls qui, à son tour, l'attribue à Sidgwick [63], [68]. La deuxième est l'équité intragénérationnelle qui consiste à améliorer le sort des pays les plus pauvres du Tiers-monde. Une troisième caractéristique est que développement et environnement ne sont pas incompatibles. En d'autres mots, il peut y avoir croissance avec respect de l'intégrité de l'environnement. Finalement, l'environnement doit avoir une valeur accrue dans le calcul économique.

La théorie de l'équité intergénérationnelle et intragénérationnelle chez Rawls postule le *voile de l'ignorance*: situation dans laquelle les individus ignorent leurs propres capacités, leurs inclinations psychologiques, leur conception du bien, leur statut et rang dans la société, le niveau de la société dont ils sont issus, riche, pauvre ou industrialisé et à quelle génération ils appartiennent. Les individus n'ont donc pas d'intérêt à former des coalitions. Ce voile de l'ignorance assure une égalité primordiale, assure que des individus rationnels poursuivant leurs intérêts particuliers seront capables de négocier et de s'accorder sur des principes de justice qui sont doubles. Le premier de ces principes est que chaque individu a un droit égal au système de libertés. Le second, en ordre lexicographique par rapport au premier, exige que tout privilège soit attribué à la fonction et non à l'individu. Lorsque ces

4. *Notre avenir à tous*, traduction française par le gouvernement du Québec.

deux principes sont doublés d'un certain altruisme qui s'étend à la génération suivante, la justice intergénérationnelle chez Rawls consiste à choisir un taux d'épargne intergénérationnel constant et donc un stock de capital constant [68]. En présence de ressources non-renouvelables, la règle d'Hartwick permet d'assurer l'équité intergénérationnelle rawlesienne [34]⁵.

L'économie de l'environnement passe par une renaissance qui devrait être moins éphémère que celle de la fin des années soixante et du début des années soixante-dix parce que moins exclusivement fondée sur la théorie des externalités et davantage intégrée dans l'ensemble de la théorie économique. Jamais l'opinion publique et les pouvoirs publics n'ont été aussi favorables à l'environnement. Nous avons également des économistes tels David Pearce en Angleterre qui sont d'excellents communicateurs comme en témoigne son *Blueprint for a Green Economy* et qui sont capables de se faire écouter par des premiers ministres aussi conservateurs que Madame Thatcher. Nous avons des institutions recommandées par des économistes, depuis notre compatriote John Dales jusqu'à Tietenberg, tels les marchés de droits de pollution. Ceux-ci ont été créés parfois accidentellement, comme aux Etats-Unis à cause de conflits de juridiction entre différents comités du Congrès américain: le comité des finances ne s'intéresse pas à l'environnement et le comité de l'environnement n'a pas accès à l'imposition. Ces marchés représentent une amélioration, au sens de Pareto, sur la réglementation par ordre. Des travaux de grande qualité comme l'ouvrage *Environmental Economics* de C.Perrings ou les articles de S.Amir, qui s'inscrivent dans la tradition initiée par Georgescu-Roegen et poursuivie par Ayres et Kneese des fondements physiques de l'économie de l'environnement, ne peuvent que commander le respect des économistes et des scientifiques et mener éventuellement à une reformulation plus physiquement et écologiquement acceptable de l'analyse microéconomique de la production. Le caractère à libreaccès de la plupart des phénomènes environnementaux, leur incertitude et leurs conséquences potentiellement catastrophiques ainsi que l'absence d'autorité internationale en font un champ de prédilection pour l'application de la théorie des incitations, la théorie des jeux qui la sous-tend et la théorie de l'organisation industrielle en général. Le concept de développement viable pourrait très bien n'être plus qu'un phénix qui pourrait ne pas renaître de ses cendres. Toutefois, l'effondrement du concept n'entraînera pas la chute de l'économie de l'environnement dont il n'est, clairement, qu'une super-structure. La faiblesse de l'économie de l'environnement se trouve surtout dans ses méthodes d'évaluation qui sont trop marginalistes pour être appliquées à des phénomènes essentiellement discrets. Elles sont également conditionnelles à une distribution donnée de revenus. Elles sont finalement sujettes à de sérieux problèmes d'interprétation de nature psychologique [40].

L'économie des ressources naturelles ne se voit pas détrônée par l'économie de l'environnement. Au contraire l'application de l'économie des ressources naturelles

5. La signification du concept de génération devient obscur lorsque la politique publique affecte l'existence même de certains individus[64],[59].

s'est étendue à tout l'environnement. Le système économique doit encore trouver sa niche écologique soumise aux lois du monde physique. L'historien Douglas North disait que: «la théorie néo-classique a fait de la science économique la plus remarquable des sciences sociales en lui fournissant un cadre analytique discipliné et logique. Abandonner la théorie néo-classique est abandonner la science économique en tant que science; le défi est d'en élargir les horizons.» L'économie de l'environnement se doit de faire sienne la vision d'Arthur Koestler: l'homme n'est pas une île, il est une entité à visage de Janus qui, comme le dieu des romains, a deux visages. En regardant vers soi, l'homme se voit comme une entité unique et autonome et en regardant vers l'extérieur, il se perçoit comme une partie dépendante d'un tout. Notre chauffeur de taxi avait donc raison : oui, ressources naturelles, environnement, agriculture, culture tout ça fait bien partie d'un tout.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] AMIR, S., «Energy Pricing, Biomass Accumulation and Project Appraisal: A Thermodynamic Approach to the Economics of Ecosystem Management», dans G.PILLET et T. MUROTA, *Environmental Economics*, R. Leimbgruber, 1987.
- [2] BARDECKI, M.J., «Wetland Evaluation Methodology Development and Pilot Area Selection», dans *Wetlands are not Wastelands*, projet conjoint Environnement Canada et Service canadien de la Faune 1987, Rapport 1.
- [3] BARNETT, H.J. et C.MORSE, *Scarcity and Growth*, Johns Hopkins University Press, 1963.
- [4] BARRETT, S., «The Problem of Global Environmental Protection», dans «Economic Policy towards the Environment», *Oxford Review of Economic Policy*, 6(1990), 68-79.
- [5] BERKES, F., D. FEENY et J.M. ACHESON, «The Benefits of the Commons», *Nature*, 340(1989), 91-93.
- [6] BERNANKE, B.S., «Irreversibility, Uncertainty and Cyclical Investment», *Quarterly Journal of Economics*, 98(1983), 637-54.
- [7] BRUNTDLAND, G., *Notre Avenir à Tous*, Communication Québec, 1988.
- [8] CHIARELLA, C., M.C. KEMP, N.V. LONG et K. OKOGUCHI, «On the Economics of International Fisheries», dans M.C.KEMP et N.V. LONG, *Essays in the Economics of Exhaustible Resources*, North-Holland 1984, 189-98.
- [9] COMMISSION D'ENQUÊTE SUR LES DÉCHETS DANGEREUX, *Les déchets dangereux au Québec*, Orientations, Document de consultation, Mars 1990.
- [10] COOTER, R.D., «Coase Theorem», dans *New Palgrave Dictionary of Economics*, McMillan, 1987.

- [11] CRABBE, P. J., «The Contribution of L.C. Gray to the Economic Theory of Exhaustible Natural Resources and its Roots in the History of Economic Thought», *Journal of Environmental Economics and Management*, 10(1983), 195-220.
- [12] CRABBE, P. J., «Options financières et opportunités intertemporelles d'investissement irréversible en incertitude», *L'Actualité économique*, 62(1986), 579-96.
- [13] CRABBE, P. J., *The History of Natural Resources Economics* (à venir)
- [14] CUMMINGS, R. G., D. S. BROOKSHIRE et W.D. SCHULTZE, *Valuing Environmental Goods*, Rowman and Allan Held, 1986.
- [15] DALES, J., *Pollution, Property and Prices*, University of Toronto Press, 1968.
- [16] DALY, H.E., «The Steady-State Economy: Toward a Political Economy of Biophysical Equilibrium and Moral Growth» in H.E. DALY, ed., *Economics, Ecology, Ethics*, W.H. Freeman, 1980, 324-56.
- [17] DALY, H.E. et J.B. COBB, *For the Common Good*, Beacon Press, 1989.
- [18] DALY, H.E. et J.B. COBB, «Economic Policy towards the Environment», *Oxford Bulletin of Economic Policy*, 6(1990).
- [19] DASGUPTA, P. et G. HEAL, *Economic Theory and Exhaustible Resources*, Cambridge University Press, 1979.
- [20] DASGUPTA, P., *The Control of Resources*, Basil Blackwell, 1982.
- [21] DASGUPTA, P., «The Environment as a Commodity», dans «Economic Policy towards the Environment», *Oxford Bulletin of Economic Policy*, 6(1990), 51-67.
- [22] DUPRIEZ, L.H., *Des mouvements économiques généraux*, t.I. Nauwelaerts, 1951.
- [23] DUPRIEZ, L.H., «Économie de l'environnement et du patrimoine naturel», *Revue économique*, 41(1990).
- [24] EHRLICH, P.R., «The Limits to Substitution: Meta-Resource Depletion and a New Economic-Ecological Paradigm», *Ecological Economics*, 1(1989), 9-16.
- [25] ESWARAN, M. et T. LEWIS, «Appropriability and the Extraction of a Common Property Resource», *Economica*, 51(1984), 393-400.
- [26] FREIXAS, X. et J.J. LAFFONT, «On the Irreversibility Effect», dans M. BOYER et R.E. KIHLSSTROM, *Bayesian Models in Economic Theory*, North-Holland, 1984.
- [27] GAFFNEY, M., *Concepts of Financial Maturity of Timber and Other Assets*, A.E. Inform. Ser. n 62, Department of Agricultural Economics, North Carolina State College, Raleigh, N.C. 1957.
- [28] GAUDET, G., «Théorie économique et prévision en économie des ressources naturelles», *L'Actualité économique*, 60(1984), 271-9.

- [29] GEORGESCU-ROEGEN, N., *Demain la décroissance*, Favre 1979.
- [30] GORDON, B., «Biblical and Early Judeo-Christian Thought: Genesis to Augustine» in S.T. LOWRY, ed., *Pre-Classical Economic Thought*, Kluwer Academic press, 1987, 43-67.
- [31] GORDON, H.S., «The Economic Theory of a Common Property Resource», *Journal of Political Economy*, 62(1954), 124-42.
- [32] GOUVERNEMENT DU CANADA, *L'environnement à l'heure de la concertation, Le plan vert*, En. 21-86/1990.
- [33] HARTWICK, J., *Non-Renewable Resources Extraction Programs and Markets*, Harwood Academic Publishers, 1989.
- [34] HARTWICK, J., «Exhaustible Resources» in *New Palgrave Dictionary of Economics*, McMillan, 1987.
- [35] HELM, D. et D.PEARCE, «The Assessment of Economic Policy towards the Environment», dans «Economic Policy towards the Environment», *Oxford Bulletin of Economic Policy*, 6(1990).
- [36] HENRY, C., «Option Values in the Economics of Irreplaceable Assets», *Review of Economic Studies*, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, 1974, 89-104.
- [37] HOEL, M., «Global Environmental Problems: The Effects of Unilateral Actions Taken by One Country», *Journal of Environmental Economics and Management* (à venir).
- [38] JEVONS, W.S., *The Coal Question*, 3^e ed., London, 1909.
- [39] JOHANSON, P.O., «Valuing Environmental Damage», dans «Economic Policy towards the Environment», *Oxford Bulletin of Economic Policy*, 6(1990), 34-50.
- [40] KAHNEMAN, D. et J.L. KNETSCH, «Valuing Public Goods: The Purchase of Moral Satisfaction», *Journal of Environmental Economics and Management* (à venir)
- [41] Kneese, A.V., R.V. Ayres et R.C. D'Arge, *Economics and the Environment*, Johns Hopkins Press, 1970.
- [42] KNEESE, A.V. et C.S. RUSSEL, «Environmental Economics», dans *New Palgrave Dictionary of Economics*, McMillan, 1987.
- [43] KNETSCH, J., «The Endowment Effect and Evidence of Nonreversible Indifference Curves», *American Economic Review*, 79(1989), 1277-84.
- [44] KNIGHT, F.H., «Some Fallacies in the Interpretation of Social Cost», *Quarterly Journal of Economics*, 38(1924), 582-606. Reimpr. dans American Economic Association, *Readings in Price Theory*, 1952.
- [45] KOESTLER, A., *The Ghost in the Machine*, 1967.

- [46] KREPS, D.M., *A Course in Microeconomic Theory*, Princeton University Press, 1990.
- [47] KUNREUTHER, H. et D.EASTERLING, «Are Risk-Benefit Tradeoffs Possible in Siting Hazardous Facilities», American Economic Association, *Papers and Proceedings*, 1990, 252-6.
- [48] KUZNETS, S., *Secular Movements in Production and Prices*, Houghton-Mifflin, Boston, 1930.
- [49] LAFFONT, J.J., *Fundamentals of Public Economics*, MIT Press, 1988.
- [50] LOWRY, S.T., «The Classical Greek Theory of Natural Resources Economics», *Land Economics*, 41(1965), 203-8.
- [51] LOWRY, S.T., *The Archeology of Economic Ideas*, Duke University Press, Durham, 1987.
- [52] MALRAUX, A. *Les noyers de l'Altenburg*, Gallimard, Paris, 1948.
- [53] MEADOWS, D.H., D.L.MEADOWS, J. RANDERS et W.M. BEHRENS, *Halte à la croissance*, Fayard, 1972.
- [54] MERLEAU-PONTY, M., *Les sciences de l'homme et la phénoménologie*, Les Cours de Sorbonne, Psychologie, Paris, ronéotypé, sans date.
- [55] MILL, J.S., *Principles of Political Economy*, Rev.ed. Collier 1900.
- [56] MITCHELL, R.C. et R.T. CARSON, *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*, Johns Hopkins University Press, 1989.
- [57] NEGRI, D.H., «The Common Property Aquifer as a Differential Game», *Water Resources Research*, 25(1989), 9-15.
- [58] NELSON, R.H., «The Economics Profession and the Making of Public Policy», *Journal of Economic Literature*, 25(1987), 49-91.
- [59] NG, Y.K., «What Should We Do about Future Generations?», *Economics and Philosophy*, 5(1989), 235- 51.
- [60] NORTH, D., «Structure and Performance: The Task of Economic History», *Journal of Economic Literature*, 16(1978), 963-79.
- [61] NORTON, B.G., «Intergenerational Equity and Environmental Decisions: A Model using Rawls'Veil of Ignorance», *Ecological Economics*, 1(1989), 137-160.
- [62] OSTROM, E., *The Commons and Collective Action*, Preliminary draft of lectures given at Harvard, 1988.
- [63] PAGE, T., *Conservation and Economic Efficiency*, Johns Hopkins University Press, 1977.
- [64] PARFIT, D., *Reasons and Persons*, Clarendon Press, Oxford, 1984.

- [65] PEARCE, D., *Blueprint for a Green Economy*, Earthscan Publications Ltd, London, 1989.
- [66] PERRINGS, C., *Economy and Environment*, Cambridge University Press, 1987.
- [67] PEZZEY, J., *Economic Analysis of Sustainable Growth and Sustainable Development*, Banque Mondiale, Environment Department w.p. n 15, 1989.
- [68] RAWLS, J., *A Theory of Justice*, Harvard University Press, 1971.
- [69] REIGANUM, J.F. et N.L. STOKEY, «Oligopoly Extraction of a Common Property Natural Resource: The Importance of the Period of Commitment in Dynamic Games», *International Economic Review*, 26(1985), 161-173.
- [70] TIETENBERG, T.H., «Economic Instruments for Environmental Regulation», dans «Economic Policy Towards the Environment», *Oxford Bulletin of Economic Policy*, 6(1990), 17-33.
- [71] TURNOVSKY, S.J., «Turnpike Theorems and Efficient Economic Growth», dans E. BURMEISTER et A.R. DOBELL, *Mathematical Theories of Economic Growth*, Mcmillan, 1970.
- [72] VISCUSI K., «Sources of Inconsistency in Societal Response to Health Risks», American Economic Association, *Papers and Proceedings*, 80(1990), 257-61.
- [73] WARMING, J., «On Rent of Fishing Grounds», *History of Political Economy*, 15(1983), 391-6.
- [74] WHITE, L. Jr, «The Historical Roots of Our Ecological Crisis», *Science*, 155(1967), 1202-7.
- [75] XENOPHON, «Ways and Means» dans *Scripta Minora*, E.C. Marchant, trad., Loeb Classical Library, Harvard University Press, 1956, 193-231.