



# La protection de la nature vue par le prisme de la science économique

Par Joshua Farley\*

OCTOBRE 2012

## Résumé

*Bien que la protection de l'environnement soit une problématique transdisciplinaire par essence, l'examiner à travers le prisme de l'économie peut s'avérer très fructueux. Cet article expose les trois avantages que revêt cette approche.*

*Tout d'abord, les forces motrices de la dégradation de l'environnement sont souvent d'origine économique, et mieux nous les comprendrons, mieux nous pourrons préserver les écosystèmes en freinant ce qui les détériore.*

*Deuxièmement, l'économie nous propose une règle de limitation de la production, qui équivaut à une règle de protection de la nature. Toute production économique repose sur la transformation de matières premières fournies par la nature. Lorsque le système économique grandit physiquement, il évincent et dégrade nécessairement des écosystèmes. Les avantages marginaux de la croissance économique diminuent et les coûts marginaux de la dégradation écologique augmentent. Quand les premiers égalisent les seconds,*

*nous devrions, théoriquement, arrêter la croissance et nous concentrer sur la protection de l'environnement.*

*Troisièmement, l'économie peut nous aider à comprendre comment allouer de façon juste et efficace des ressources à la préservation écologique, et cet article énonce quelques principes de base à cet égard. Malheureusement, le champ de l'économie est dominé par la théorie néoclassique, son cadre d'analyse fondé sur des postulats douteux et son approche beaucoup trop « sectaire » et formaliste. La protection de la nature est un problème complexe : les analyses inspirées par telle ou telle discipline ne peuvent nous aider vraiment à le comprendre que si leurs conclusions sont synthétisées au sein d'une vision globale cohérente. Il est heureux que plusieurs « transdisciplines » émergentes, comme l'économie écologique et le management environnemental, se soient attelées à cette tâche.*

## Introduction

Nous vivons dans un monde de frontières imposées par l'homme – des frontières politiques, scientifiques et institutionnelles – qui satisfont divers besoins tous importants mais qui peuvent aussi entraver sérieusement la protection et la gestion efficaces de l'environnement (Farley et al. 2009). Dans le domaine de la protection de l'environnement, la seule échelle logique de prise de décision et de gestion est celle de l'écosystème. Or les frontières politiques respectent rarement celles des écosystèmes. Il serait de

toute façon très difficile de les faire coïncider : les écosystèmes sont interconnectés, leurs limites sont imprécises et fluides, tandis que les frontières politiques sont rigides et bien définies. Certains écosystèmes se trouvent parfois totalement inclus à l'intérieur de frontières politiques, mais même dans ce cas, les services qu'ils rendent (comme la régulation du climat, la régulation de l'eau, la capacité d'absorption des déchets et l'habitat offert aux espèces migratoires) peuvent se faire à l'échelle locale, régionale ou

\* Joshua Farley est chercheur au Gund Institute for Ecological Economics. Il enseigne également à l'Université du Vermont (Etats-Unis).

Ce papier est la traduction de l'article « *Conservation Through the Economics Lens* », publié dans la revue *Environmental Management* n°45, que nous tenons à remercier pour l'octroi des droits de publication.

Traduit de l'anglais (Etats-Unis) par Françoise et Paul Chemla

mondiale (Sandler 1993 ; Daly et Farley 2004). Et les effets négatifs des activités humaines sur les écosystèmes ne respectent pas non plus les frontières politiques : pensons aux pluies acides, au changement climatique, à la pollution de l'air et de l'eau, etc. Comment alors parvenir à protéger les écosystèmes essentiels ? C'est un problème difficile. Quelqu'un a dit un jour que dans la recherche il y a des disciplines et dans le monde réel il y a des problèmes. Les problèmes du monde réel ne respectent pas les frontières – pas plus celles des disciplines que des États. Pour être efficaces, les projets de protection de l'environnement ont besoin des apports des sciences sociales, des sciences naturelles et des études littéraires (Berkes et Folke 1998), mais aussi souvent de la coopération par-delà les frontières politiques. Ils ont aussi besoin d'une recherche scientifique solide, d'une participation des citoyens et de structures de gouvernance efficaces : tous ces besoins traversent bien les frontières institutionnelles de l'université, de la société civile et de l'État.

S'il faut évidemment s'affranchir de toutes ces frontières pour protéger efficacement la nature, cet article va envisager cette problématique uniquement à travers le prisme de la science économique. Il est certain que l'économie peut contribuer sérieusement à la protection de la nature, et que tout projet de préservation de l'environnement qui nécessite des financements est concerné par l'économie. On entend par exemple souvent des responsables politiques dire qu'ils sont conscients de la gravité des problèmes environnementaux mais qu'ils manquent de moyens financiers pour s'en occuper sérieusement : il y a des besoins plus urgents. De plus, les forces motrices des menaces écologiques auxquelles nous sommes aujourd'hui confrontés sont essentiellement économiques, l'analyse économique peut donc nous aider à mieux les comprendre. Cela étant dit, analyser ces problèmes uniquement à travers l'économie, ne permettra en aucun cas d'aboutir à des solutions. *« Nous ne pouvons résoudre les problèmes en pensant de la même façon que quand nous les avons créés »*, dit une formule prêtée à Albert Einstein. C'est précisément à cause des caractéristiques mêmes de la science économique que nous nous retrouvons devant ces problèmes et qu'en conséquence l'analyse économique à elle seule est incapable de les résoudre.

Le problème le plus grave est qu'au fil des dernières décennies, la discipline économique universitaire s'est vue être définie de manière de plus en plus étroite jusqu'à devenir pratiquement synonyme d'économie néoclassique. L'économie néoclassique est fondée sur plusieurs postulats très contestables, qui permettent de mathématiser la discipline et de la mettre en quête de règles objectives de prise de décision afin d'obtenir des résultats optimaux. Dans le cadre de ces postulats, le jeu des forces du marché aboutit inévitablement à des résultats optimaux, ce qui conduit les économistes néoclassiques à voir dans le marché la solution à presque tous les problèmes. Bien que les données empiriques contredisent nombre de leurs postulats, les écono-

mistes conservent souvent leur foi aveugle dans le mécanisme du marché, ce qui peut menacer sérieusement les efforts de protection de l'environnement.

Néanmoins, les inquiétudes que nous inspire cette approche étroite de l'économie ne doivent pas nous priver du gain de clarté que peut apporter le regard de cette discipline. De même, la foi obsessionnelle que vouent certains aux marchés ne doit pas nous rendre incapables de voir leur contribution potentielle. Mieux vaut reformuler le problème autrement : peut-on croire que l'œil d'une seule discipline est suffisant pour appréhender toute la complexité du problème de la préservation de l'environnement ? La protection de la nature est un problème redoutable qui n'a pas de solution optimale (Rittel et Webber 1973). Avec l'interaction des variables écologiques, économiques, politiques et sociales, les décisions en la matière sont complexes : il existe de nombreux critères pour en évaluer les résultats, mais peu de règles objectives qui peuvent nous dire avec certitude si l'initiative de protection prise est bonne ou mauvaise. Il nous faut donc élargir la métaphore optique du « prisme », la faire passer de l'œil simple à l'œil composé, tel celui de la libellule, qui est fait de milliers d'yeux simples. Chaque œil simple apporte quelque chose à la compréhension qu'a la libellule du monde qui l'entoure, mais si elle ne devait compter que sur un seul, elle ne survivrait pas. Pour résoudre les problèmes de la protection de l'environnement, nous devons non seulement les regarder avec des yeux composés, mais disposer aussi d'une unité de traitement centrale pour assembler en un tout cohérent l'image complexe fournie par mille yeux simples.

La section suivante, « Les points forts du prisme économique », évalue les atouts généraux du regard de l'économie, qui sont nombreux. Celle d'après, « Les problèmes du prisme économique », se concentrera sur les difficultés spécifiques que crée le regard de l'économie néoclassique. Dans les deux cas, je m'efforcerai d'illustrer mon propos par des exemples issus de la vie réelle. Enfin, la conclusion analyse comment la clarté apportée par le prisme économique peut être intégrée à une compréhension holistique du problème, et contribuer à des solutions potentielles.

## Les points forts du prisme économique

Il est important de voir la protection de l'environnement à travers le prisme de l'économie, pour trois raisons au moins : cela peut nous aider à comprendre les forces motrices de la perte et de la dégradation écologiques, à déterminer le degré de protection approprié, mais aussi à allouer efficacement des ressources aux initiatives de protection.

## L'économie comme force motrice de la perte et de la dégradation écologiques

Les efforts pour préserver les écosystèmes, ainsi que les biens et les services vitaux qu'ils fournissent, ne seraient pas nécessaires si leur condition n'était pas menacée. La plupart



des forces motrices de ces menaces sont d'origine économique – la conversion d'écosystèmes à l'agriculture, les excès de la déforestation, la surpêche, la pollution, le changement climatique, etc. Une loi incontournable de la physique pose que l'on ne peut pas produire quelque chose à partir de rien. Une autre stipule qu'accomplir un travail exige de l'énergie. Toute production économique dépend donc des matières premières et de l'énergie fournies par la nature (Georgescu-Roegen 1971). Si ces matières premières représentent certes des intrants nécessaires à la production économique, ils constituent également des éléments structurels des écosystèmes, des pièces maîtresses sur lesquelles les écosystèmes reposent. Au fur et à mesure que nous transformons la structure d'un écosystème en produits économiques, nous en modifions inévitablement son fonctionnement, y compris dans ses fonctions de support de la vie : les êtres humains, comme toutes les espèces, dépendent de la santé des écosystèmes pour leur survie. Si nous allons trop loin dans la conversion de la structure de l'écosystème en produits économiques, au point de compromettre les fonctions qu'il remplit, les éléments biotiques de la structure écosystémique ne peuvent plus se reproduire. Par exemple, comme le montrent certaines études, l'Amazonie recycle par évapotranspiration jusqu'à 50 % des précipitations qu'elle reçoit. Si l'on défriche ne serait-ce que 30 % de la forêt, elle ne pourra plus recycler assez d'eau pour assurer sa propre survie (Salati et Vose 1984). L'extraction de ressources pour la production économique conduit donc de manière directe à la dégradation écologique, et menace ainsi le bien-être de l'humanité (Costanza et al. 1991).

La loi physique mentionnée plus haut a un corollaire : il est impossible de créer « rien » à partir de quelque chose. Une loi voisine de la physique nous apprend que dans un système isolé l'entropie s'accroît toujours. Le résultat qui en découle est que toute production économique finit par s'épuiser, se désagréger et revenir à l'écosystème sous forme de déchets. Après combustion, les combustibles fossiles, c'est-à-dire la source d'énergie dominante qui sert à l'alimentation notre système économique, reviennent au système sous forme de dioxyde de carbone, d'autres polluants et de chaleur. Quand les polluants sont émis à une vitesse qui dépasse celle de la capacité d'absorption des écosystèmes, ils menacent d'autant plus le fonctionnement des écosystèmes. Le changement climatique mondial, l'épuisement de la couche d'ozone, les pluies acides et l'eutrophisation sont des conséquences de ce processus (Hokikian 2002).

Tant que le système économique était plus petit que l'écosystème qui l'alimentait et le contentait, la structure écosystémique était parfaitement adéquate pour maintenir à la fois la production économique et le fonctionnement de l'écosystème. Mais l'accroissement régulier de la taille de notre économie au cours des derniers siècles a provoqué une dégradation écologique de plus en plus grave, et rendu nécessaires de sérieux efforts de protection (Daly 1977).

Pour réussir ces efforts de préservation de l'environnement, nous devons comprendre les forces économiques à l'œuvre dans la destruction des écosystèmes.

## L'économie et la règle de limitation de la production

La discipline économique peut être utile aussi pour déterminer quantitativement, dans une structure d'écosystème, la part à convertir en production économique et la part à conserver pour maintenir les services vitaux de l'écosystème. Fondée sur l'analyse marginale, la science économique avance le postulat tout à fait plausible selon lequel plus nous avons de quelque chose, moins une unité additionnelle a de l'importance, tout simplement parce que nous satisfaisons d'abord nos besoins les plus urgents et utilisons les unités supplémentaires pour satisfaire des besoins de moins en moins importants. C'est ce qu'on appelle la loi de l'utilité marginale décroissante. Son corollaire est la loi du coût marginal croissant, dont la meilleure illustration est un exemple concret.

Prenons le cas d'un exploitant agricole qui défriche une forêt pour la mettre en culture. Il commence par défricher le terrain le plus accessible et le plus fertile, où une petite quantité de travail rapporte de gros rendements. Une fois qu'il a défriché cette partie, l'agriculteur passe à des sols plus rocailleux et moins fertiles et à des terrains plus pentus et moins accessibles. Il lui faut alors davantage d'efforts pour défricher chaque unité de forêt supplémentaire et pour cultiver chaque unité de terrain additionnelle, et les bénéfices marginaux sont inférieurs. L'environnement forestier peut protéger de l'érosion de petites clairières sur terrain plat, mais quand les zones défrichées s'étendent et gagnent des pentes prononcées, l'érosion surgit inévitablement. Puisqu'il y a moins d'arbres pour servir de coupevent, les vents peuvent assécher les terres cultivées et les pâturages, ce qui provoque aussi une érosion éolienne. En s'étendant de plus en plus, les défrichages détruisent l'habitat de nombreuses espèces, parmi lesquelles se trouvent des pollinisateurs qui jouent un rôle essentiel dans les cultures de l'exploitant (Kremen et al. 2002 ; Ricketts et al. 2004).

Dans l'idéal, l'agriculteur devrait arrêter d'abattre des arbres au moment précis où les coûts marginaux croissants et les bénéfices marginaux décroissants s'égalisent : ce qui constitue le point où l'« utilité » de l'exploitant (qui pourrait ici représenter son profit ou sa qualité de vie) est maximisée. Ce qui est vrai à l'échelle d'une parcelle agricole reste vrai en théorie à l'échelle de la planète : nous devons cesser de convertir une structure d'écosystème en produits économiques quand les coûts marginaux, en termes de services écosystémiques perdus, deviennent égaux aux bénéfices marginaux, en termes de services économiques gagnés (Daly et Cobb 1994).

Malheureusement, comparer les coûts marginaux et les bénéfices marginaux de la protection de l'environnement

n'est pas simple. Dans les écosystèmes complexes, non linéaires, l'incertitude et l'ignorance des fonctions de l'écosystème sont la règle et non l'exception. Ainsi nous pouvons être confrontés à des seuils écologiques au-delà desquels la conversion de l'unité marginale provoque l'effondrement de l'écosystème et de toutes ses valeurs, auquel cas l'évaluation marginale est complètement inadaptée. Nous sommes souvent incapables de reconnaître un service écosystémique tant que l'écosystème qui le fournit n'a pas été détruit, et nous ne pouvons tout simplement pas évaluer ce que nous ne comprenons pas. De plus, les valeurs de protection de la nature comprennent des éléments éthiques, tels que nos obligations à l'égard des générations futures, qui ne peuvent être mesurés dans les unités monétaires que l'on utilise pour les biens marchands (Vatn et Bromley 1994 ; Gowdy 1997 ; Martinez-Alier et al. 1998). D'ailleurs même pour les biens marchands, les valeurs monétaires sont déterminées par des préférences pondérées sur la richesse ou sur le revenu, elles ignorent en conséquence les préférences des pauvres. L'évaluation monétaire des avantages offerts par la protection de la nature en fait tout autant, ce qui suscite d'évidentes préoccupations éthiques (Farley et Gaddis 2007).

Si l'omniprésence de l'incertitude rend difficile de préciser exactement « quand il faut s'arrêter », je me permets néanmoins de suggérer l'adoption d'une certaine ligne directrice. On en a de plus en plus de preuves : dans les pays déjà riches, la croissance de la production économique a un impact faible ou nul sur l'espérance de vie et sur les mesures du bien-être subjectif, ce qui suggère qu'il est peut-être inutile de poursuivre la croissance indéfiniment (Costanza et al. 2007). Il est aussi de mieux en mieux prouvé que la poursuite de la conversion des structures écosystémiques en marchandises est en train de détruire les fonctions de soutien de la vie à l'échelle de la planète (Wackernagel et al. 2002 ; Wilson 2002 ; Meadows et al. 2004 ; Diamond 2005). Ainsi, notre tâche, notre ligne directrice aujourd'hui devrait être de préserver et de restaurer les écosystèmes pour éviter certains résultats irréversibles ; nous aurons bien le temps, plus tard, de nous préoccuper du degré exact de restauration nécessaire.

### **L'économie et l'allocation efficace**

Enfin, l'économie peut nous aider à allouer efficacement des ressources à la protection de la nature. On définit souvent l'économie comme la répartition des ressources rares entre les diverses fins souhaitables (Daly et Farley 2004). Avoir recours au prisme économique implique en conséquence une suite de trois opérations, à effectuer dans un ordre précis. Premièrement, nous devons repérer les fins souhaitables. Deuxièmement, nous devons identifier les ressources rares, ainsi que leurs caractéristiques physiques et institutionnelles pertinentes pour leur allocation. Ce n'est qu'après ces deux opérations que nous pourrons entreprendre la troisième, décider comment allouer (Daly et Farley 2004). Effectuer successivement ces opérations en

matière de protection de la nature apporte d'importants éclairages, et peut même fournir un cadre de pensée pour guider les efforts de préservation.

### **Les fins souhaitées**

Il existe une candidate solide au statut de « fin souhaitable » à laquelle nous devrions allouer nos ressources rares : une meilleure qualité de vie pour notre génération et celles à venir (Costanza et al. 2007). À l'évidence, une qualité de vie élevée exige à la fois une production économique et des services écosystémiques. Si nous avons le souci des générations futures, la durabilité écologique est aussi une fin souhaitée, et elle exige la protection des écosystèmes et des fonctions de support à la vie qu'ils remplissent. Le souci des générations futures implique également celui d'une juste répartition des ressources entre les générations – cela n'aurait en effet guère de sens de se préoccuper du sort de générations qui ne sont pas encore nées sans s'intéresser à celles qui sont en vie aujourd'hui. Une juste répartition des ressources, mais aussi des coûts et des bénéfices de la protection de la nature, est probablement souhaitable aussi. Enfin, nous devons nous efforcer de sacrifier aussi peu de fonctions écosystémiques que possible pour un volume donné de production économique : l'« efficacité » est une troisième fin souhaitable. Il convient donc de juger les stratégies d'allocation à l'aune de leur durabilité, de leur équité et de leur efficacité (Daly 1992).

### **Les ressources rares**

Après ce bref examen des fins souhaitées, intéressons nous maintenant aux ressources rares. Sur une planète finie, la ressource rare ultime est la matière-énergie de basse entropie fournie par l'écosystème planétaire qui nous fait vivre et dont l'énergie provient du soleil (Georgescu-Roegen 1971). On l'appelle aussi capital naturel (Jansson et al. 1994). Comme nous l'avons dit plus haut, toute production économique n'est que la transformation de ce capital naturel sous une forme qui, dans l'idéal, satisfait des besoins humains. Mais le capital naturel ne se limite pas à fournir des matières premières à l'économie : il rend aussi des services qui facilitent le processus de transformation économique et améliorent le bien-être des populations humaines. Parmi eux, il y a des services de soutien à la vie sans lesquels les êtres humains ne pourraient survivre, comme la régulation du climat local, régional et mondial, la protection contre les rayons ultraviolets, le recyclage des nutriments, l'absorption des déchets, l'épuration de l'eau et beaucoup d'autres. Le capital naturel crée aussi les conditions nécessaires à sa propre reproduction. Comment assure-t-il ces services ? Les matières premières fournies par le capital naturel sont des composantes d'une structure écosystémique – autrement dit, ce sont les ressources minérales, l'eau, la matière organique et les individus et les communautés de plantes et d'animaux qui constituent un écosystème. Quand tous les éléments structurels d'un



écosystème sont en place, ils créent un tout supérieur à la somme de ses parties et génèrent des fonctions écosystémiques, phénomènes qui émergent de la complexité structurelle de l'écosystème (Odum 1971). Lorsqu'une fonction remplie par un écosystème a une valeur pour les êtres humains, on l'appelle « service écosystémique » (Costanza et al. 1997 ; Daily 1997). Comme tous les biens marchands sont nécessairement produits à partir des éléments structurels du capital naturel, et que l'épuisement de la structure qui en découle amoindrit la fonction écosystémique, il est logique d'établir que la production de biens marchands, en règle générale, doit nécessairement réduire la capacité de l'écosystème à rendre des services écosystémiques (Farley 1999).

Pendant la quasi-totalité de l'histoire de l'humanité, le capital naturel ne se faisait pas rare au regard des besoins humains, c'est pourquoi il n'a pas été considéré important par l'analyse économique : à l'époque, nous souffrions moins du manque de poissons que du manque de bateaux pour aller les pêcher, moins du manque de bois de construction que du manque de scies pour le couper. Les matières premières étaient souvent rares au niveau local, mais elles ne l'étaient pas au niveau mondial. Par rapport à la population humaine et à l'échelle de l'économie humaine, l'offre mondiale de matières premières semblait infinie. D'abondants écosystèmes sains assuraient d'abondants services écosystémiques. Les facteurs rares étaient le travail et le capital. La planète était relativement vide (Daly 2005). Mais aujourd'hui, les êtres humains s'approprient, directement ou indirectement, près de 40% de la productivité primaire nette (Vitousek et al. 1986). Dans bien des cas, les dégâts infligés aux services écosystémiques par surextraction de la structure de l'écosystème et par émission de déchets ont conduit à un déclin de la production de matières premières par le capital naturel.

Simultanément, la production économique de biens marchands par habitant s'est énormément accrue au cours des derniers siècles – rien qu'au 20<sup>e</sup> siècle, elle a été multipliée par neuf (DeLong 2002). Les impacts de l'activité humaine sur le système de soutien de la vie sont énormes. Aujourd'hui, la planète est pleine. Cette transition d'une Terre relativement vide à une Terre relativement pleine a changé la rareté relative des ressources. Autrefois, c'étaient les biens et services créés par l'homme qui étaient rares, alors que ceux qui venaient des écosystèmes étaient surabondants. Aujourd'hui, c'est exactement le contraire, ce qui a des conséquences profondes pour l'allocation des ressources (Daly 2005). Malheureusement, rares sont les responsables politiques et les économistes qui s'en aperçoivent. Aux États-Unis par exemple, nous avons consacré des sommes considérables à des efforts de gestion et de protection de l'environnement dans les années 1970. Depuis lors, la taille de notre économie par habitant a pratiquement doublé, ce qui n'empêche en aucun cas nos dirigeants politiques de nous dire qu'aujourd'hui nous n'avons plus les moyens de nous attaquer à des problèmes

environnementaux cruciaux comme celui du réchauffement de la planète.

### **Les propriétés physiques des ressources rares : stocks-flux, fonds-service, exclusivité et rivalité**

Avant de pouvoir décider comment allouer les ressources, il nous faut évaluer leurs caractéristiques physiques et institutionnelles. Il est utile d'effectuer trois distinctions : la première entre stocks-flux et fonds-flux, la deuxième entre exclusif et non exclusif et la troisième entre rival et non rival.

Tous les éléments structurels des écosystèmes peuvent être classés parmi les ressources stocks-flux (Georgescu-Roegen 1971), ou, dans la terminologie d'Aristote (1994), parmi les « causes matérielles ». Les ressources stocks-flux sont les matières premières transformées physiquement en produits souhaités à travers le processus économique. Elles sont utilisées par le processus économique et incorporées à ce qu'elles produisent : par exemple, les arbres sont transformés en meubles. Les ressources stocks-flux peuvent être stockées ou utilisées au rythme que nous voulons : nous pouvons abattre tous les arbres d'une forêt aujourd'hui ou le faire au fil des cinquante prochaines années.

Tous les services écosystémiques, en revanche, sont des ressources « fonds-flux » (Georgescu-Roegen 1971), ou, dans le vocabulaire d'Aristote, des « causes motrices » (ou « efficientes »). Un fonds est une configuration particulière de ressources stocks-flux qui engendre un flux de services. Par exemple, une usine automobile est une configuration particulière de métaux, de matières plastiques, de caoutchouc, etc., qui engendre le « service » de la production de voitures. C'est l'agent de la transformation qui convertit d'autres stocks de métaux, de matières plastiques, de caoutchouc, etc., en voitures. Une voiture est elle-même un fonds, qui engendre le service du transport. Si elle a un accident, les ressources stocks-flux dont elle se compose demeurent, mais la configuration a changé et elle ne peut plus fournir de service de transport. Une forêt est une configuration particulière de végétation, de sol, d'eau, de minéraux et de faune qui engendre un flux de services écosystémiques. Les fonds-flux ne se transforment pas physiquement dans le processus de production – quand une forêt filtre l'eau, empêche les crues, recycle les nutriments ou stabilise le climat, elle ne se transforme pas en ce qu'elle produit. Les fonds-flux ne peuvent pas être stockés, et ils fournissent les services à un rythme donné au fil du temps. Une forêt peut filtrer une certaine quantité d'eau par jour, mais si nous n'utilisons pas sa capacité de filtrage pendant un mois, nous ne pourrions pas la stocker pour nous en servir plus tard (Georgescu-Roegen 1971 ; Malghan 2006).

Les économistes traditionnels ne font pas la distinction entre stocks-flux et fonds-flux, et autorisent même la substitution entre les deux (par exemple Solow 1974). Si l'on prend l'exemple simple d'une pizzeria, il est évident que les fonds-flux (les cuisiniers et les fours) ne sont pas substituables aux stocks-flux (les ingrédients pour faire la pizza)

dans le processus de production (Daly et Farley 2004). Rien n'indique que la technologie puisse développer le moindre substitut sérieux aux fonctions de support à la vie. La plupart des écosystèmes que nous souhaitons conserver ont une double fonction : ce sont des stocks-flux, qui peuvent fournir des matières premières à la production économique, et des fonds-flux, qui fournissent des services écosystémiques cruciaux.

Pour que les marchés allouent efficacement une ressource, celle-ci doit être à la fois exclusive et rivale. Une ressource exclusive est une ressource dont la propriété exclusive est possible. Autrement dit, une personne ou une collectivité doit pouvoir utiliser le bien ou le service en question et empêcher les autres de l'utiliser si elle le désire. L'exclusivité est pratiquement synonyme de droits de propriété. Si un bien ou un service n'est pas exclusif, les forces du marché ne pourront pas l'allouer ou le produire efficacement. La raison de ce phénomène est évidente. La force motrice de la production et de l'allocation par le marché, c'est le profit. Si un bien n'est pas exclusif, quelqu'un peut l'utiliser, que le producteur l'y autorise ou non ; et cette personne ne paiera probablement pas pour s'en servir. Si les gens ne sont pas disposés à payer un produit, il n'y aura aucun profit à tirer de sa production et les forces du marché ne le produiront pas, du moins pas jusqu'au point où l'avantage marginal pour la société de la production d'une unité supplémentaire de ce bien sera égal au coût marginal de sa production – le critère de l'efficacité.

L'exclusivité est un pur produit institutionnel, bien que certains biens et services soient intrinsèquement non exclusifs. En effet, sans les institutions qui protègent la propriété, aucun bien ne serait vraiment exclusif, sauf si son propriétaire avait la capacité physique d'empêcher les autres de l'utiliser. L'existence d'une institution quelconque, que ce soit l'Etat, la religion, ou la coutume est nécessaire pour rendre un bien exclusif à toute personne n'ayant pas les moyens de défendre sa propriété. Il est très facile de créer des institutions qui assurent des droits de propriété exclusifs sur des biens tangibles, comme les aliments, les vêtements, les voitures et les maisons. Il faut des institutions un peu plus complexes pour établir des droits de propriété exclusifs sur des biens intangibles, comme l'information ou la capacité d'absorption des déchets. Il est pratiquement impossible de concevoir des institutions qui rendraient exclusifs certains types de services, pourtant nombreux, comme la plupart de ceux que produisent les écosystèmes et que préserve la protection de la nature. Nous ne pouvons même pas imaginer une institution réaliste qui pourrait donner à quelqu'un la propriété exclusive des avantages de la régulation du climat, de la régulation de l'eau, de la pollinisation ou de tant d'autres services écosystémiques. S'il est la plupart du temps possible d'établir des droits de propriété exclusifs sur la structure d'un écosystème (par exemple, les arbres d'une forêt), il demeure en revanche impossible d'établir des droits de propriété sur les services que fournit cette structure (par

exemple, la régulation du climat régional). Lorsqu'il n'existe aucun régime institutionnel capable de faire respecter des droits de propriété exclusifs sur un bien ou sur un service, ce bien ou ce service est non exclusif.

On qualifie un bien ou un service de « rival » quand l'usage d'une de ses unités par une personne empêche l'usage de la même unité au même moment par une autre. La rivalité peut être de nature qualitative, quantitative ou spatiale. Un bien ou service non rival est alors celui dont l'utilisation par une personne a un impact insignifiant sur la qualité et la quantité de ce bien ou de ce service et dont l'usage reste accessible à un autre utilisateur. Tous les stocks-flux sont rivaux. Les ressources non rivales ne sont pas rares au sens traditionnel du terme, puisque autant de personnes peuvent s'en servir sans qu'il y en ait pour autant moins pour les autres. La rivalité est une propriété inhérente au bien ou au service dont il s'agit, sans rapport avec les institutions dominantes. La stabilité du climat, le contrôle des crues, la beauté des paysages et les journées ensoleillées comptent parmi les biens non rivaux produits par la nature. L'information, l'éclairage public et les feux d'artifice font partie de ceux que produisent les humains. Toutes les ressources non rivales sont des fonds-flux. Comme on l'a vu plus haut, l'efficacité économique exige que le coût marginal pour la société de la production ou de la consommation d'un bien ou d'un service additionnel soit exactement égal à son avantage marginal. Mais si un bien est non rival, la personne supplémentaire qui l'utilise n'impose aucun coût supplémentaire à la société. Les marchés allouent les ressources en se servant des prix comme mécanisme de rationnement, mais rationner des biens non rivaux crée une rareté artificielle. Celui ou celle qui doit payer un prix pour utiliser un bien ne voudra le faire que jusqu'au moment où l'avantage marginal deviendra égal au prix. Le prix d'un bien non rival est supérieur à zéro, tandis que le coût marginal d'une utilisation supplémentaire est zéro. Donc, les marchés n'aboutiront pas à une allocation efficace des biens non rivaux. Inversement, il faut qu'un bien soit rival pour être alloué efficacement par le marché (Daly et Farley 2004).

Il existe différents types de biens et services non rivaux. Certains services, telle la stabilité du climat, ne sont pas modifiés par le nombre de gens qui les utilisent. Cependant, pour d'autres biens ou services non rivaux, la présence d'un trop grand nombre d'utilisateurs peut avoir pour conséquence de détériorer sérieusement la qualité du bien ou du service. Si j'étais ma serviette sur une plage déserte, par exemple, cela n'enlève rien à votre capacité d'utiliser la même plage. Mais si des milliers de personnes décident d'aller à la plage en même temps, tout le monde ne trouvera pas une place pour sa serviette, et le surpeuplement réduira peut-être l'utilité que nous procure notre présence à la plage. Ce type de bien est non rival mais « congestible » (Randall 1993). Les ressources soumises à congestion doivent être traitées comme non rivales à faible niveau d'utilisation et comme rivales à haut niveau d'utilisation.



Que se passe-t-il quand des biens et services sont non rivaux, non exclusifs, ou les deux ? La réponse la plus simple est que les forces du marché ne les fourniront pas et/ou ne les alloueront pas efficacement. Mais il nous faut être beaucoup plus précis que cela pour concevoir des politiques et des institutions qui nous permettront de protéger avec efficacité les écosystèmes. Ces politiques efficaces doivent

être conçues sur mesure, en fonction de l'association spécifique d'exclusivité, de rivalité et de congestion qui caractérise un bien ou un service particulier. Le tableau 1 indique les combinaisons possibles, que nous décrivons ensuite de façon plus détaillée.

**Tableau 1. L'importance de l'exclusivité, de la rivalité et de la congestion pour l'allocation des ressources**

	Exclusif	Non exclusif
Rival	<p><b>Biens marchands</b></p> <p>La plupart des éléments structurels de l'écosystème (par ex., bois, poisson, terres arables, gisements de minerai et de combustibles fossiles), et sa capacité d'absorption des déchets pour les émissions réglementées (par ex., le SO<sub>2</sub> aux États-Unis)</p>	<p><b>Ressources en accès libre</b> (« tragédie des communs (ou communaux) »)</p> <p>Éléments structurels de l'écosystème non protégés par des droits de propriété (par ex., zones de pêche océaniques, bois des forêts non protégées), et sa capacité d'absorption des déchets pour les émissions non réglementées (par ex., le CO<sub>2</sub> aux États-Unis)</p>
Non rival	<p><b>Bien marchand inefficace</b> (« tragédie des non-communs (ou non-communaux) »)</p> <p>Par ex., information brevetée et information génétique sur laquelle la Convention sur la biodiversité attribue des droits de propriété</p>	<p><b>Bien public pur</b></p> <p>La plupart des fonctions de l'écosystème (par ex., régulation du climat, régulation de l'eau) et les services fournis par sa capacité d'absorption des déchets (air propre, eau propre, etc.)</p>
Non rival, congestible	<p><b>Bien public congestible</b></p> <p>Par ex., plage publique</p>	<p><b>Bien de clubs ou à péage</b></p> <p>Par ex., terrain de golf</p>

Source : d'après Farnsworth et al. (1983) et Randall (1993)

## L'allocation

Ayant évalué les fins souhaitées, les ressources rares et les caractéristiques physiques de ces ressources, nous pouvons proposer quelques principes directeurs pour allouer efficacement des ressources à la protection de l'environnement. Commençons par la case supérieure gauche du tableau 1 : la plupart des éléments structurels des écosystèmes s'achètent et se vendent régulièrement sur des marchés, et à première vue l'allocation par le marché pourrait sembler appropriée. Les institutions existantes rendent ces biens

exclusifs, ce qui permet l'existence de marchés. Puisqu'il s'agit de biens rivaux, il y a concurrence pour leur consommation. En les vendant sur le marché, on est certain qu'ils iront à celui qui peut les payer le plus cher. Si ces ressources sont destinées à devenir des intrants dans des processus économiques, celui qui peut les payer le plus cher est celui qui peut les utiliser pour créer les valeurs monétaires les plus élevées.

Mais l'allocation des ressources rivales et exclusives par le marché pose au moins deux problèmes sérieux. D'abord, il n'est nullement évident que maximiser la valeur monétaire soit une fin souhaitable. Qu'un conducteur américain de 4x4 puisse payer plus cher l'éthanol à base de maïs qu'une Mexicaine pauvre les tortillas de maïs qu'il lui faut pour nourrir ses enfants affamés ne signifie pas que le meilleur usage du maïs, l'usage le plus noble, soit d'être transformé en éthanol. Deuxièmement, ces ressources sont des composantes structurelles d'écosystèmes, et leur utilisation dans la production économique diminue la production des services écosystémiques, qui sont pour l'essentiel non exclusifs, non rivaux et sans prix. Si la personne qui épuise la structure de l'écosystème est en mesure d'ignorer les conséquences écologiques, un coût de production réel, l'allocation par le marché n'aboutira pas à des résultats efficaces (Cornes et Sandler 1996). Si les bénéfices de l'extraction vont à une personne tandis que ses coûts sont supportés par d'autres, le résultat est aussi injuste. Si l'on extrait trop de ressources, ce qui conduit à l'effondrement du système, le résultat est également non durable et n'aboutira probablement pas à une qualité de vie élevée pour nos contemporains et les générations futures (Odum et Odum 1972).

La capacité des écosystèmes sains à absorber les déchets est l'un des rares services écosystémiques qui soit rival, mais on peut aussi le rendre exclusif, comme on l'a fait pour les émissions de SO<sub>2</sub> aux États-Unis (Daly et Farley 2004). Pour qu'un marché émerge, bien sûr, la ressource doit être rare. On l'a rendue telle en plafonnant les tonnes d'émissions de SO<sub>2</sub> autorisées. Des permis de polluer négociables ont ensuite été octroyés à des entreprises individuelles, qui avaient toute liberté d'en acheter et d'en vendre sur le marché. Les émissions de SO<sub>2</sub> continuent à dégrader les fonctions écosystémiques, mais l'ampleur de cette dégradation est désormais limitée (Burtraw et al. 1998 ; Burtraw et Mansur 1999 ; Carlson et al. 2000).

Si les éléments structurels d'un écosystème et sa capacité d'absorption des déchets peuvent entrer dans la même case du tableau, il y a une différence très nette dans la façon dont ils sont alloués. Pour des éléments structurels des écosystèmes comme le bois et le poisson, il est probable que les propriétaires de ces ressources en prélèveront davantage si les prix augmentent. Comme la fécondité de la faune et la croissance de la végétation en milieu naturel ne réagissent pas au mécanisme des prix, les stocks vont décliner en cas de hausse des prix. Par conséquent, l'importance des stocks laissés intacts pour remplir les fonctions cruciales de support de vie est déterminée par le prix de marché du bien. Dans le cas de la capacité d'absorption des déchets, c'est la société qui a constaté que le niveau des émissions de SO<sub>2</sub> était trop élevé, et donc menaçait des fonctions vitales de soutien de la vie. Par l'intermédiaire de l'État, elle est alors intervenue pour limiter les émissions de SO<sub>2</sub> à un niveau soutenable. Ici, la fourniture de fonctions cruciales de support de vie n'est pas

déterminée par le prix, c'est elle qui détermine le prix, et la durabilité écologique est donc respectée (Daly 1997). Aux États-Unis, des permis de polluer ont été octroyés à des entreprises individuelles. Quand les coûts de leur utilisation (par exemple les pluies acides) retombent sur l'ensemble de la population, octroyer gratuitement des permis aux pollueurs ne paraît pas juste. Mais on pourrait les vendre aux enchères au plus offrant, auquel cas le secteur public serait indemnisé des préjudices.

La deuxième case du tableau concerne les ressources en accès libre – celles qui sont non exclusives mais rivales. L'usage de ces biens conduit couramment à ce que Garret Hardin (1968) a baptisé « la tragédie des communs (ou communaux) ». Hardin s'est servi d'un exemple classique : les « communaux », pâturages collectifs autrefois courants en Angleterre. Lorsque quelqu'un ajoute une vache supplémentaire sur un pâturage commun à tous, il s'ensuit que toutes les vaches auront moins d'herbe. L'intéressé partage cet inconvénient – c'est-à-dire avoir des vaches plus maigres – avec tous les autres, mais tous les bénéfices de la vache ajoutée dans la pâture sont pour lui. Si toutes les familles raisonnent de la même manière, elles ajouteront constamment des têtes de bétail sur les communaux, jusqu'au jour où il y aura surpâturage et baisse spectaculaire de leur capacité productive. Chaque individu qui semble agir rationnellement dans son intérêt personnel détruit en fait les communaux, si bien que tout le monde finit par se retrouver dans une situation bien pire que si chacun s'en était tenu au principe « une vache par personne ». Tous les éléments structurels de l'écosystème qui n'ont pas de propriétaires sont soumis à cette tragédie, qui contribue à expliquer pourquoi, selon les estimations, 69 % des espèces de poissons de mer commercialisées sont surexploitées (FAO 2000) et ont désespérément besoin de protection. Cette tragédie se profile aussi derrière le changement climatique planétaire.

De nombreux économistes ont fait remarquer à juste titre que ce problème des ressources en accès libre résulte de l'absence de droits de propriété. Si, dans le premier exemple, les communaux anglais avaient été divisés en cent parcelles privées également productives, des propriétaires rationnels n'auraient fait paître qu'une seule vache sur chaque parcelle et la tragédie aurait été évitée. De même, il serait possible d'assigner des droits de propriété sur la capacité d'absorption du CO<sub>2</sub>, comme s'efforce de le faire le protocole de Kyoto (GIEC 2000). Plusieurs pays ont octroyé des droits de propriété négociables pour les prélèvements de poissons, en y voyant un moyen de conserver les pêcheries et les écosystèmes dont elles font partie (Casey et al. 1995 ; Pautzke et Oliver 1997 ; Batstone et Sharp 1999). Malheureusement, dans le cas de nombreuses ressources qui nous importent, la capacité d'accorder des droits de propriété individuels est l'exception et non la règle. Cependant, Farley et al. (2009) dans leur étude ont décrit une situation où des droits de propriété privée contribuent à des résultats non durables, injustes et inefficaces. Il est



donc important de reconnaître que des droits de propriété collectifs peuvent gérer avec efficacité les ressources rivales non exclusives dans le cadre d'institutions appropriées (Bromley 1993 ; Ostrom 1990). Et il est quasiment certain que l'existence de droits de propriété sous une forme ou sous une autre, privés ou collectifs, vaut souvent mieux que l'absence de droits.

La troisième catégorie regroupe les ressources qui sont exclusives mais non rivales. Le meilleur exemple de ce type de biens est l'information brevetée. Quel rapport avec la protection de l'environnement ? Imaginons qu'une entreprise développe et fasse breveter un moyen peu coûteux et efficace d'exploiter l'énergie solaire et de la convertir en hydrogène utilisable dans une pile à combustible elle aussi peu coûteuse et efficace. Ces inventions pourraient pratiquement éliminer notre dépendance à l'égard de l'énergie fossile et réduire dans des proportions spectaculaires le risque du réchauffement de la planète. Moins d'extraction de combustibles fossiles et moins de changement climatique, c'est moins de dégradation écologique et moins de ressources à consacrer de toute nécessité à la protection de l'environnement. Consciente de la valeur de ses inventions, l'entreprise vend ses produits à un prix extrêmement élevé. Malheureusement, à ce prix-là, de nombreux pays pauvres sont incapables de s'offrir cette technologie et ils utilisent donc leurs mines de charbon, ce qui provoque un réchauffement de la planète inutilement grave, avec des impacts potentiellement catastrophiques sur les écosystèmes mondiaux. Et si les conditions climatiques changent trop, les efforts de protection peuvent être vains.

Il est de mise de justifier le recours aux brevets en arguant du fait qu'ils produiraient des incitations à faire de nouvelles inventions. Le problème est que les prix rationnent l'usage de l'information en la réservant à ceux qui peuvent se l'offrir, ce qui la rend artificiellement rare, alors que son utilisation généralisée pourrait être bénéfique à la société. Il découle de cette situation un résultat non durable, inefficace, et, comme la plupart des brevets appartiennent aux pays les plus riches, on peut dire qu'il est aussi injuste. La plupart des inventeurs aujourd'hui sont des salariés, et nous n'avons aucune raison de croire qu'ils travailleraient plus dur pour les employeurs du secteur privé que pour ceux du secteur public (Simon 1991).

Il arrive rarement, voire jamais, que des entreprises privées partagent entre elles gratuitement leurs découvertes technologiques. Même quand ils s'avèrent qu'elles cherchent à atteindre le même objectif, les entreprises privées embauchent des équipes différentes, séparées qui communiquent le moins possible entre elles, ce qui est inefficace. La propriété privée des ressources non rivales crée une « tragédie des non-communs (ou non-communaux) ». Il serait donc plus efficace de mener sur fonds publics les recherches ayant un impact sur la protection de la nature (qu'il s'agisse des technologies réduisant la dégradation de l'environnement, donc le besoin de protection, ou du savoir

facilitant directement la protection), et de mettre ses résultats à la libre disposition de tous (Bollier 2003).

La quatrième catégorie de notre tableau est celle des biens publics non rivaux et non exclusifs, qui comprennent la plupart des services écosystémiques. Puisque les biens publics sont non exclusifs et ne peuvent être vendus, il est fort peu probable que les marchés les fournissent. C'est plutôt l'État ou une autre institution publique qui doit le faire, mais il est difficile de déterminer avec précision dans quelle quantité. Les services écosystémiques n'ont pas tous la même répartition spatiale (par exemple, le contrôle des crues est utile aux populations qui vivent en aval des fleuves, tandis que la stabilité climatique mondiale profite à tous les habitants de la planète), mais, dans l'ensemble, tous ceux qui résident au sein de la zone géographique qui bénéficie d'un service, sont en droit d'en consommer la même quantité. Pour les biens marchands, en revanche, les gens peuvent en consommer autant qu'ils veulent (ou qu'ils peuvent s'offrir). Une unité additionnelle d'un bien marchand vaut d'être produite tant qu'il existe au moins un individu prêt à payer son coût de production. La personne qui l'achète est celle qui va l'utiliser. Au contraire, un bien public vaut d'être produit tant que tous les individus réunis sont prêts à payer le coût de production d'une unité supplémentaire, après quoi ils pourront tous l'utiliser (Samuelson 1954). Mais, une fois les biens publics produits, il ne doit y avoir aucune facturation pour l'usage marginal, car il serait inefficace d'en rationner l'utilisation en la limitant à seulement à ceux qui peuvent payer. Malheureusement, il est très difficile de déterminer avec précision à quelle hauteur les gens sont prêts à financer les biens publics, puisque ne rien payer et profiter en « passager clandestin » de ce qu'auront payé les autres pourrait être pour chacun d'eux la meilleure option (Cornes et Sandler 1996). Une chose est claire, cependant : à la marge, les services écosystémiques « biens publics » se font plus rares et par conséquent plus précieux, tandis que les biens marchands se font plus abondants et donc moins précieux. Il est pratiquement sûr que nous sous-investissons dans les services écosystémiques, et la protection de l'environnement est un moyen efficace de commencer à y investir.

Pour récapituler l'analyse menée jusqu'ici, il y a des ressources pertinentes pour la protection de l'environnement dans chacune des cases du tableau 1, et la façon dont il faut les allouer dépend de leurs caractéristiques physiques et institutionnelles. Les États sont essentiellement responsables de fournir les avantages des biens publics, qui constituent le principal type d'avantages qu'apporte la protection de la nature. Il incombe aussi aux États de fournir l'information nécessaire pour protéger l'environnement ou réduire sa dégradation. L'existence de marchés n'est possible que pour les biens exclusifs et ne convient qu'aux biens rivales. Les biens rivaux et non exclusifs doivent être rendus exclusifs, par des droits de propriété soit privés soit collectifs : dans ce cas les marchés redeviennent possibles. L'État ou

d'autres institutions hors marché doivent fournir les biens non rivaux et les mettre à disposition gratuitement.

Il est utile, à ce stade, de revenir sur une difficulté mentionnée plus haut. La plupart des stocks de capital naturel ont une double fonction : celle de stocks-flux de matières premières, biens marchands, et celle de fonds-flux de services écosystémiques, biens publics. Comment les marchés choisiront-ils entre ces deux formules? Prenons l'exemple de quelqu'un qui possède une parcelle de forêt en Amazonie et peut décider soit de la conserver à l'état de forêt, soit de la défricher pour la cultiver. Les chercheurs ont estimé la valeur de ces biens publics que sont les services écosystémiques produits de façon durable par les forêts tropicales à environ 1 660 \$ par hectare et par an (chiffre calculé par l'auteur d'après Costanza et al. 1997) ; j'ai expliqué plus haut les problèmes de ce type d'évaluation, mais j'utilise ici ce chiffre à seule fin d'illustrer le point suivant. Si le propriétaire foncier met sa parcelle en culture, il gagnera, estime-t-on, 33 \$ par hectare et par an (Almeida et Uhl 1995). Du point de vue de la société, aucun doute : le flux annuel de 1 660 \$ par an dépasse de loin le rendement de la conversion à l'usage agricole. Mais du point de vue du propriétaire, 33 \$ par an de gain personnel valent mieux que 1 660 \$ de biens publics partagés avec le reste du monde, et les institutions existantes lui donnent le droit de faire ce qu'il veut sur sa propriété privée. Manifestement, tant le propriétaire que la société pourraient être mieux lotis si les bénéficiaires des biens publics payaient au propriétaire 100 \$ par hectare et par an pour laisser sa parcelle à l'état de forêt.

Malheureusement, plusieurs obstacles sérieux empêchent la réalisation de cet échange. J'en mentionnerai trois. D'abord, la plupart des gens ignorent la valeur des services écosystémiques. Deuxièmement, la stratégie du « passager clandestin », nous explique que de nombreux bénéficiaires des biens publics en profiteront de l'usage mais ne paieront que très peu voire même rien du tout en contrepartie. Troisièmement, nous n'avons pas actuellement d'institutions adaptées à des transferts de ressources entre les bénéficiaires de services écosystémiques et les propriétaires qui prennent en charge le coût d'opportunité de non-déboisement. Donc, du point de vue du propriétaire, en économie de marché la déforestation est clairement le choix rationnel, mais la société en souffre. Les marchés existant à l'heure actuelle pour gérer la structure rivale et exclusive de l'écosystème compromettent l'accomplissement de ses fonctions non rivales et non exclusives.

Tout cela ne veut pas dire que les marchés sont inutiles, mais seulement qu'à eux seuls ils n'aboutiront pas aux objectifs de la protection et de la gestion de l'environnement, qui sont la durabilité, l'équité et l'allocation efficace. Heureusement, le prisme économique apporte des éclairages sur la façon dont nous pourrions atteindre ces buts. Historiquement, le problème économique s'est posé ainsi : comment allouer les matières premières vers les productions ayant la valeur la plus élevée ? Mais ses termes ont

changé avec la pénurie croissante des services écosystémiques. La question urgente aujourd'hui est : comment répartir l'allocation de la structure des écosystèmes entre les matières premières nécessaires à la production économique et les services écosystémiques indispensables à la survie ? C'est un problème que les forces du marché ne peuvent résoudre. Si la durabilité est une fin souhaitée, la préservation des écosystèmes et des services qu'ils rendent, est essentielle (Odum et Odum 1972). Si la justice est une fin souhaitée, tout le monde devrait avoir son mot à dire sur la façon dont nous allouons les ressources fournies gratuitement par la nature, mais aussi sur la façon dont nous les répartissons. Les marchés allouent les ressources en fonction du principe « un dollar, une voix » – la ploutocratie. Un autre principe pourrait régir l'allocation et la répartition souhaitées des services écosystémiques sur la base : « une personne, une voix » – la démocratie. Dans le cas des émissions de SO<sub>2</sub> aux États-Unis, les limites ont donc été fixées plus ou moins démocratiquement, et l'octroi de permis négociables s'est révélé un moyen peu coûteux de réduire les émissions. Mais sa répartition a été grossièrement biaisée, puisque tous les droits ont été octroyés aux pollueurs existants. En conséquence, si quelqu'un d'autre voulait des droits, il devait les payer. Plusieurs pays ont pris des mesures du même ordre pour la gestion des zones de pêche, et le GIEC (2001) tente d'appliquer cette méthode aux émissions mondiales de CO<sub>2</sub>. Mais dans quelle mesure cette approche est-elle bien adaptée à la protection de l'environnement en général ? Notre tableau sur l'allocation peut nous guider.

Quand une ressource est non exclusive et rivale, comme la capacité d'absorption des déchets et les pêcheries, la société (par exemple l'État) peut dans certains cas la rendre exclusive en déclarant (et en faisant respecter) des droits de propriété collective, qui valent mieux – tout le monde devrait en convenir – que l'absence de tout droit de propriété. Il ne faut pas non plus oublier de laisser intacte une part suffisante de la ressource pour fournir une quantité souhaitée de services écosystémiques. Quand la localisation exacte de l'activité de protection n'a pas d'importance – quand il s'agit par exemple de limiter des polluants mobiles ou de préserver des espèces de poissons nomades –, les ressources non conservées peuvent être allouées par d'autres mécanismes, tels que les permis négociables. L'usage de la capacité d'absorption des déchets (par exemple en émettant des polluants) a des impacts négatifs sur la population, et l'instauration de taxes ou la vente aux enchères des permis obligerait ceux qui l'utilisent à indemniser la société (c'est-à-dire l'État) pour le préjudice qu'ils causent. La Nouvelle-Zélande a adopté une mesure intéressante : octroyer aux pêcheurs existants des permis négociables sur la base de leurs pêches passées, puis leur en racheter autant que nécessaire afin de permettre la conservation de la ressource concernée. Les stocks ont été protégés, mais les questions de répartition se sont révélées problématiques (Memon et Cullen 1992). Avoir recours à cette approche pour conserver des ressources transfrontalières comme le CO<sub>2</sub> ou les



pêcheries extérieures à la zone d'exclusion économique des océans exigerait une forme d'accord international.

Quand une ressource est exclusive mais rend des services écosystémiques non exclusifs et non rivaux – par exemple une forêt privée ou une zone humide privée –, il y a plusieurs options. L'une consiste à limiter les droits de propriété existants en instaurant un quota total d'usages exclusifs de la ressource, et de laisser opérer les marchés pour les usages qui dépassent ce quota, comme on l'a expliqué plus haut. L'un des exemples est la politique de « pas de perte nette de zones humides » aux États-Unis : dans ce cas, le quota est fixé aux niveaux existants, mais les propriétaires de zones humides ont le droit de les drainer s'ils financent la restauration ou la création d'autres zones humides ailleurs (Shabman et Scodari 2004). Il est toutefois plus que douteux que des zones humides artificielles remplacent efficacement les zones naturelles. Les permis d'urbanisation négociables plafonnent quant à eux l'urbanisation totale autorisable dans une région, tout en permettant aux propriétaires d'acheter et de vendre des taux d'urbanisation, si bien que la localisation de l'urbanisation est déterminée par le marché (Stavins 2002). Une seconde méthode, de plus en plus populaire, consiste simplement à payer les propriétaires pour qu'ils fournissent des services écosystémiques (Landell-Mills et Porras 2002 ; Pagiola et al. 2002).

Ce qui fait la force des solutions de marché, c'est qu'elles peuvent profiter de la micro-flexibilité pour atteindre des macro-objectifs, mais parfois il n'y a pas de place pour la flexibilité. Sauver une espèce en péril ou assurer un service écosystémique crucial peut exiger la protection intégrale de ce qui reste d'un écosystème. Dans ces conditions, des solutions non marchandes comme les réglementations obligatoires peuvent être bien plus appropriées. Par exemple, l'État fédéral américain a décidé que les propriétaires privés n'ont pas le droit de modifier les écosystèmes existants s'ils contiennent des espèces menacées (Czech et Krausman 2001). La Cour suprême a quant à elle jugé légal d'interdire l'urbanisation pour conserver des zones naturelles particulières (Greenhouse 2002).

Des taxes et des redevances pour dissuader les comportements contraires aux objectifs de la protection de l'environnement, des subventions et des paiements pour encourager les conduites positives : ces méthodes peuvent fonctionner (Baumol et Oates 1989), mais elles présentent de sérieuses lacunes. Même quand les écosystèmes approchent de leur seuil critique, les incitations économiques vont néanmoins avoir pour effet de faire reposer leur survie sur des variables économiques. Nous pourrions, par exemple, imposer une taxe assez lourde sur la déforestation afin d'assurer le niveau de protection souhaitable au prix actuel du bois d'œuvre. Seulement, si un boom immobilier engendre une hausse de la demande de bois, les promoteurs pourraient tout simplement décider de s'acquitter de leur taxe et dans ce cas, la déforestation s'étendra et les objectifs de protection de la

forêt ne seront pas atteints. Si nous sommes persuadés que les humains dépendent bel et bien des fonctions de support de vie remplies par les écosystèmes et qu'il est de ce fait essentiel de les protéger, nous ne pouvons pas laisser le niveau de protection dépendre de variables économiques. Les prix peuvent réagir bien plus vite aux contraintes écologiques que les écosystèmes aux variables économiques ; le niveau de protection doit donc déterminer le prix et non être déterminé par le prix (Daly 1997).

Si les instruments de marché peuvent être dans certains cas de bons outils pour protéger l'environnement, ils ne fonctionnent pas partout, et leur intérêt doit être évalué à l'aune des critères de durabilité, d'équité et d'efficacité.

## Les problèmes du prisme économique

Le prisme économique que nous venons de décrire n'est malheureusement pas celui qu'utilisent la plupart des économistes. En fait, il s'agit d'une approche écológico-économique. L'économie écologique est intrinsèquement transdisciplinaire. Elle intègre explicitement des préoccupations éthiques dans la détermination des fins souhaitables, des lois de la physique et de l'écologie dans la compréhension des ressources rares, et des solutions politiques, sociales et de marché au problème de l'allocation des ressources. Loin d'être un œil simple, l'économie écologique ressemble plus à une unité centrale de traitement, semblable au cerveau de la libellule, qui intègre les images issues de milliers d'yeux en un tout cohérent.

Le contraste est net avec le paradigme aujourd'hui dominant en économie, celui de la théorie néoclassique (TNC). La TNC cherche à être une science complète et moniste, complète puisqu'elle prétend expliquer la quasi-totalité des problèmes en réduisant toutes les valeurs aux valeurs monétaires, moniste puisqu'elle se proclame le seul prisme requis (Norton 2005). Dans sa quête éperdue de scientificité, elle a entrepris de produire des règles objectives de prise de décision tirées des mathématiques, elle a en outre multiplié les postulats simplificateurs pour y parvenir. Cette approche, j'en suis convaincu, a fait de l'économie traditionnelle la force motrice de la dégradation écologique et non un instrument utile pour la protection de la nature. Si les commentaires qui suivent ne valent sûrement pas pour toute la théorie néoclassique, ils semblent qu'ils s'appliquent à la quasi-totalité de ses manuels d'initiation.

La TNC définit la finalité souhaitée de l'allocation en ces termes : la plus grande utilité possible pour la société. L'utilité est difficile, voire impossible, à mesurer, mais on postule qu'elle est déterminée par des préférences personnelles innées. L'unité d'analyse est l'individu, et l'on suppose que c'est un être rationnel qui maximise son intérêt personnel. Seules les préférences révélées sont mesurables, et les préférences se révèlent par des achats sur le marché. On découvre ainsi, tautologiquement, que les individus préfèrent les biens marchands. À toutes fins utiles, la TNC

considère que la fin souhaitée est une consommation matérielle toujours plus grande, dont la mesure globale est la croissance économique. Elle soutient qu'il nous est impossible de comparer l'utilité entre les individus et qu'il nous faut donc nous concentrer exclusivement sur les résultats globaux. Malheureusement, c'est la poursuite aveugle de cet objectif qui nous a menés à la situation actuelle, où la protection de la nature est devenue une nécessité. Les tentatives de prendre en compte la contribution des biens et services écosystémiques non marchands à l'utilité, en commençant par calculer leur valeur monétaire, se heurtent à leurs propres problèmes, nous l'avons vu.

Les ressources rares sont toutes celles qui sont nécessaires pour produire des biens marchands. Mais quand une ressource particulière devient rare, son prix augmente, ce qui incite à en faire un usage plus économe et à élaborer des substituts. Cette incitation à mettre au point des substituts est jugée si puissante que nous n'avons pas à craindre de pénurie absolue, ni à trop nous inquiéter d'une pénurie d'une ressource spécifique, quelle qu'elle soit (voir par exemple Simon 1981 ; Gilder 1989 ; Huber 2000). Les biens non marchands n'ont pas de prix, c'est évident, donc les marchés n'auront aucune incitation à leur élaborer des substituts quand ils se feront rares, mais ce problème est en général ignoré. De fait, la plupart des fonctions de production de la TNC ne comprennent que le capital et le travail, ce qui sous-entend que les ressources naturelles ne sont pas rares du tout. Dans les deux premiers chapitres de la quasi-totalité des manuels d'initiation à la microéconomie, on nous dit que la spécialisation et le commerce peuvent accroître la production de marchandises sans aucun changement dans les intrants-ressources, ce qui revient à nier explicitement la première loi de la thermodynamique (celle de la conservation de la matière-énergie). Le besoin d'énergie est à peine mentionné. Les émissions de déchets sont reléguées dans le champ mineur de la TNC que constitue l'économie de l'environnement, où elles sont traitées comme une externalité de la production et non comme un résultat inévitable. Les économistes peu versés en écologie n'accordent guère d'attention aux services cruciaux pourtant essentiels à notre survie. Le résultat net est ce postulat implicite : toutes les ressources rares qui méritent d'être prises en considération sont des biens marchands.

Avec cette définition des fins souhaitables et des ressources rares, le seul mécanisme d'allocation pertinent est évidemment le marché. Quand les marchés n'existent pas, il faut les créer. On peut intégrer les services écosystémiques à des marchés, en calculant leur valeur monétaire ou en les rendant exclusifs. Quant aux Etats, en dehors de la stricte protection des droits de propriété, leurs actions ne font que gêner le libre jeu des marchés. Mais la TNC, reconnaissons-le, a proposé d'ingénieux moyens de créer des marchés (voir par exemple Baumol et Oates 1989), dont certains ont été présentés plus haut en tant qu'instruments pour atteindre des objectifs de protection de la nature. Cependant,

il faut évaluer l'efficacité de ces outils en fonction de leur succès à concrétiser la durabilité écologique, une juste répartition des richesses et une qualité de vie élevée pour les personnes concernées, et pas seulement à l'aune de leur impact sur la croissance économique.

Pourquoi les économistes néoclassiques ont-ils adopté une approche aussi étriquée ? Il apparaît que, dans leur quête de rigueur scientifique au moyen de règles objectives de prise de décision, ils ont oublié que la science repose aussi sur l'observation empirique ; ils ignorent donc l'accumulation des travaux descriptifs qui montrent qu'un très grand nombre de leurs postulats implicites sont faux. Second problème : les universités du monde entier forment leurs étudiants au sein de disciplines. Comme nous l'écrivons dans la préface de notre manuel, « la structure disciplinaire du savoir est un problème de fragmentation : il s'agit plus d'une difficulté à surmonter que d'un critère à respecter » (Daly et Farley 2004, p. XVII). Chaque discipline a son vocabulaire, ses outils, ses méthodes spécifiques et ses propres revues. Les membres du corps enseignant sont recrutés par les sections de leur discipline et, dans la plupart des cas, sont tenus de publier dans ses revues s'ils veulent avoir le moindre espoir d'être titularisés. Leurs projets de recherche sont examinés par leurs pairs, les enseignants de la discipline, qui, trop souvent, ont tendance à rejeter ce qu'ils ne comprennent pas. N'ayant guère d'incitation à s'aventurer au-delà des limites étroites de leur matière, les universitaires s'habituent au jargon de leur discipline que seuls leurs collègues peuvent comprendre. Cela les protège de la critique, car les censeurs potentiels devraient passer des années à apprendre la langue spécifique à la discipline avant d'être qualifiés pour la critiquer, et il est d'ailleurs fort peu probable que ceux qui la croient viciée y investissent tant d'efforts.

Le repli exagéré au sein d'une seule discipline est comparable à l'autisme – un trouble défini par l'absorption dans une activité mentale subjective autocentrée, des déficits prononcés dans la communication et l'interaction sociale, un net retrait hors de la réalité et un comportement anormal, comme l'attachement excessif à certains objets. Un vocabulaire jargonant rend bien difficile la communication avec les autres disciplines. L'intérêt pour la théorie plus que pour les applications pratiques dissocie trop souvent la discipline de la réalité, et les économistes sont bien trop attachés à leurs méthodologies simplistes, peu adaptées à la compréhension des systèmes complexes (Daly et Farley 2004). Dans les sciences naturelles, au moins, il y a « consilience », autrement dit ces sciences ne se contredisent pas entre elles : les biologistes, par exemple, comprennent que leur discipline dépend des règles de la chimie, qui dépend elle-même des lois de la physique (Wilson 1998). Ce n'est malheureusement pas vrai des sciences sociales : économistes, sociologues et politologues proposent des théories qui sont souvent en désaccord fondamental entre elles, et nous avons déjà montré à quel point les économistes ignorent les lois de la physique et de l'écologie.



## Conclusion

Le prisme économique peut permettre de mettre en évidence certains détails d'importance significative dans le domaine de la protection de l'environnement, et contribuer de ce fait à la mise au point de solutions efficaces. Mais la préservation de la nature est un problème de la vie réelle et de surcroît complexe. Aucun « œil unique » ne peut donner une image claire de l'ensemble de ce problème. Le voir à travers un seul prisme, quel qu'il soit, risque de l'obscurcir plus que de l'éclairer.

L'enseignement disciplinaire traditionnel nous dit que la recherche doit être exclusivement menée par des scientifiques, qui sont tenus d'appliquer à tout problème le jeu de théories et de méthodologies propres à leur discipline. Dans la recherche multidisciplinaire, les chercheurs des diverses disciplines effectuent leurs analyses spécifiques séparées d'un problème donné, sans beaucoup communiquer entre eux, et on additionne les résultats. Dans la recherche interdisciplinaire, il y a davantage de communication et de coopération, mais la démarche fondamentale consiste à diviser un problème en composantes séparées auxquelles chaque spécialiste applique la méthodologie de sa discipline, quel que soit le problème. Dans la recherche transdisciplinaire, en revanche, les chercheurs évaluent les mille facettes d'un problème, puis laissent le problème déterminer quelles sont les approches, les théories et les méthodologies qui conviennent le mieux pour le résoudre. Autrement dit, la recherche multidisciplinaire procède par addition, la recherche interdisciplinaire pratique la stratégie du « diviser pour régner » et la recherche transdisciplinaire procède par intégration. Comme chacun sait, l'intégration est beaucoup plus difficile que l'addition et la division (Costanza 2005).

Ce qu'il nous faut, c'est une analyse de systèmes transdisciplinaire de la protection de l'environnement, un moyen de traiter les images issues de multiples prismes pour en faire un tableau cohérent. Heureusement, il existe plusieurs champs transdisciplinaires émergents qui se fixent cet objectif : le management environnemental, la biologie de la conservation, la restauration écologique, l'économie écologique, le génie écologique et la justice environnementale. À eux tous, ils nous permettront de profiter pleinement de chaque prisme disciplinaire sans perdre de vue le tableau d'ensemble.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> L'auteur remercie le Vermont Agricultural Experiment Station Hatch Program d'avoir soutenu financièrement les recherches préparatoires et la rédaction de cet article, la Santa Barbara Family Foundation d'avoir apporté son aide financière aux travaux de recherche et d'élaboration de beaucoup de ses thèmes, Herman Daly pour son rôle de mentor et de source de nombre de ses idées, et Bryan Czech et deux réviseurs anonymes pour leurs utiles commentaires et suggestions.

## Références

- Aristote (2005), *Seconds analytiques*, trad. fr. de Pierre Pellegrin, Paris, Flammarion, coll. « GF bilingue ».
- Batstone, C., et Sharp, B. (1999), « New Zealand's quota management system : the first ten years », *Marine Policy*, vol. 23, p. 177-190.
- Baumol, W., et Oates, W. (1989), *The theory of environmental policy*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Berkes, F., et Folke, C. (éd.) (1998), *Linking social and ecological systems : management practices and social mechanisms for building resilience*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Bollier, D. (2003), *Silent theft : the private plunder of our common wealth*, Londres, Routledge.
- Bromley, D. (1993), *Environment and economy : property rights and public policy*, Londres, Blackwell.
- Burtraw, D., et Mansur, E. (1999), « The environmental effects of SO2 trading and banking », *Environmental Science and Technology*, vol. 33, n° 20, p. 3489-3494.
- Burtraw, D., Krupnick, A.J., Mansur, E., Austin, D., et Farrell, D. (1998), « The costs and benefits of reducing air pollutants related to acid rain », *Contemporary Economic Policy*, vol. 16 (octobre), p. 379-400.
- Carlson, C., Burtraw, D., Cropper, M., et Palmer, K. (2000), « SO2 Control by electric utilities : What are the gains from trade ? », *Journal of Political Economy*, vol. 108, n° 6, p. 1292-1326.
- Casey, K., Dewees, C., et al. (1995), « The effects of individual vessel quotas in the British Columbia halibut fishery », *Marine Resource Economics*, vol. 10, n° 3, p. 211-230.
- Comes, R., et Sandler, T. (1996), *The theory of externalities, public goods, and club goods*, 2e éd., Cambridge, Cambridge University Press.
- Costanza, R. (2005), discours d'orientation, United States Society for Ecological Economics, Tacoma, WA, 23 juillet 2005.
- Costanza, R., Daly, H., et Bartholomew, J. (1991), « Goals, agenda and policy recommendations for ecological economics », in R. Costanza (éd), *Ecological economics : the science and management of sustainability*, New York, Columbia University Press.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Naeem, S., Limburg, K., Paruelo, J., O'Neill, R.V., Raskin, R., Sutton, P., et van den Belt, M. (1997), « The value of the world's ecosystem services and natural capital », *Nature*, vol. 387, p. 253-260.
- Costanza, R., Fisher, B., Ali, S., et al. (2007), « Quality of life : an approach integrating opportunities, human needs, and subjective well-being », *Ecological Economics*, vol. 61, n° 2-3, p. 267-276.
- Czech, B., et Krausman, P.R. (2001), *The endangered species act : history, conservation biology, and public policy*, Baltimore, MD, Johns Hopkins University Press.
- Daily, G.C. (éd) (1997), *Nature's services : societal dependence on natural ecosystems*, Washington, DC, Island Press.
- Daly, H. (1977), *Steady state economics*, San Francisco, W. H, Freeman.
- Daly, H. (1992), « Allocation, distribution, and scale : towards an economics that is efficient, just, and sustainable », *Ecological Economics*, vol. 6, p. 185-193.

- Daly, H. (2005), « Economics in a full world », *Scientific American*, vol. 293 (septembre).
- Daly, H.E. (1997), *Beyond growth : the economics of sustainable development*, Boston, Beacon Press.
- Daly, H., Cobb, J., Jr (1994), *For the common good : redirecting the economy toward community, the environment, and a sustainable future*, 2e éd., Boston, Beacon Press.
- Daly, H., et Farley, J. (2004), *Introduction to ecological economics*, Washington, DC, Island Press.
- Delong, J.B. (2002), *Macroeconomics*, Burr Ridge, IL, McGraw-Hill Higher Education, chap. 5.
- Diamond, J. (2005), *Collapse : how societies choose to fail or succeed*, New York, Penguin ; trad. fr. d'Agnès Botz et Jean-Luc Fidel, *Effondrement : comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*, Paris, Gallimard, coll. « NRF Essais », 2006 ; rééd., coll. « Folio Essais », 2009.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2000), *Focus : pêches et sécurité alimentaire*, en ligne à l'adresse <<http://www.fao.org/focus/f/fisheries/challeng.htm>>.
- Farley, J. (1999), « "Optimal" deforestation in the Brazilian Amazon ; theory and policy : the local, national, international and intergenerational viewpoints », thèse de doctorat, Cornell University.
- Farley, J., et Gaddis, E. (2007), « An ecological economic assessment of restoration », in Aronson, J., Milton, S., et Blignaut, J. (éd.), *Restoring natural capital : science, business and practice*, Washington, DC, Island Press.
- Farley, J., Batker, D., de la Torre, I., et Hudspeth, T. (2007), « Conserving mangrove ecosystems in the Philippines : transcending disciplinary, institutional and geographic borders », *Environmental Management*, vol. 45, n° 1, p. 39-51.
- Farnsworth, E., Tidrick, T.H., Smathers, W.M., et Jorda, C.F. (1983), « A synthesis of ecological and economic theory toward more complete valuation of tropical moist forests », *International Journal of Environmental Studies*, vol. 21, p. 11-28.
- Georgescu-Roegen, N. (1971), *The entropy law and the economic process*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- GIEC (2001), *Bilan 2001 des changements climatiques : les éléments scientifiques ; contribution du Groupe de travail I au troisième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Résumé à l'intention des décideurs*, en ligne sur le site du GIEC (voir la page <[www.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_french.shtml#21](http://www.ipcc.ch/home_languages_main_french.shtml#21)>).
- Gilder, G. (1989), *Microcosm : the quantum revolution in economics and technology*, New York, Simon and Schuster ; trad. fr. de Véronique Le Brun, *Microcosme : la révolution quantique dans l'économie et la technologie*, Paris, InterÉd., 1990.
- Gowdy, J.M. (1997), « The value of biodiversity : markets, societies and ecosystems », *Land Economics*, vol. 73, n° 1, p. 25-41.
- Greenhouse, L. (2002), « April 21-27 : National ; Surprise ruling », *The New York Times*, 28 avril.
- Hokikian, J. (2002), *The science of disorder : understanding the complexity, uncertainty and pollution in our world*, Los Angeles, Los Feliz Publishing.
- Huber, P. (2000), *Hard green : saving the environment from the environmentalists*, New York, Basic Books.
- Jansson, A., Hammer, M., Folke, C., et Costanza, R. (éd.) (1994), *Investing in natural capital (the ecological economics approach to sustainability)*, Covelo, CA, Island Press.
- Kremen, C., Williams, N., et Thorp, R. (2002), « Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification », *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol. 99, n° 26, p. 16812-16816.
- Landell-Mills, N., et Porras, I.T. (2002), *Silver bullet or fools' gold ? A global review of markets for forest environmental services and their impact on the poor*, Londres, International Institute for Environment and Development.
- Malghan, D. (2006), « On being the right size : a framework for the analytical study of scale, economy and ecosystem », thèse de doctorat en Affaires publiques, College Park, Université du Maryland.
- Martinez-Alier, J., Munda, G., et al. (1998), « Weak comparability of values as a foundation for ecological economics », *Ecological Economics*, vol. 26, n° 3, p. 277-286.
- Meadows, D.H., Randers, J., et al. (2004), *Limits to growth : the 30-year update*, White River Junction, VT, Chelsea Green ; trad. fr. d'Agnès El Kaïm, *Les Limites à la croissance (dans un monde fini)*, Paris, Rue de l'échiquier, 2012.
- Memon, P., et Cullen, R. (1992), « Fishery policies and their impact on the New Zealand Maori », *Marine Resource Economics*, vol. VII, n° 3, p. 153-167.
- Norton, B. (2005), *Sustainability : a philosophy of adaptive ecosystem management*, Chicago, University of Chicago Press.
- Odum, E.P. (1971), *Fundamentals of ecology*, 3e éd., Philadelphie, Saunders.
- Odum, E.P., et Odum, H.T. (1972), « Natural areas as necessary components of man's total environment », in *Transactions of the 37th North American Wildlife and Natural Resources Conference*, March 12-15, 1972, Washington, DC, Wildlife Management Institute, vol. 37, p. 178-189.
- Ostrom, E. (1990), *Governing the commons : the evolution of institutions for collective action*, New York, Cambridge University Press ; trad. fr. de Laurent Baechler, *Gouvernance des biens communs : pour une nouvelle approche des ressources naturelles*, Paris, De Boeck, 2010.
- Pagiola, S., Bishop, J., et Landell-Mills, N. (éd.) (2002), *Selling forest environmental services : market-based mechanisms for conservation*, Sterling, VA, Earthscan.
- Pautzke, C., et Oliver, C. (1997), *Development of the individual fishing quota program for Sablefish and halibut longline fisheries off Alaska*, Anchorage, North Pacific Management Council.
- Randall, A. (1993), « The problem of market failure », in R. Dorfman et N. Dorfman (éd.), *Economics of the environment*, 3e éd., New York, Norton, p. 144-161 ; trad. fr. de Danièle Prompt et Catherine Gaston-Mathé, *Économie de l'environnement*, Paris, Calmann-Lévy, 1975.
- Ricketts, T., Daily, G., Ehrlich, P., et Michener, C. (2004), « Economic value of tropical forest to coffee production »,



- Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. 101, n° 34, p. 12579-12582.
- Rittel, H., et Webber, M. (1973), « Dilemmas in a general theory of planning », in Policy sciences, vol. 4, Amsterdam, Elsevier Scientific, p. 155-169.
- Salati, E., et Vose, P.B. (1984), « Amazon basin : a system in equilibrium », Science, vol. 225, n° 4658, p. 129-138.
- Samuelson, P. (1954), « The pure theory of public expenditure », Review of Economics and Statistics, vol. 36, p. 387-389.
- Sandler, T. (1993), « Tropical deforestation : markets and market failures », Land Economics, 3, p. 225-233.
- Shabman, L., et Scodari P. (2004), « Past, present and future of wetlands credit sales », document d'analyse 04-48, Washington, DC, Resources for the Future.
- Simon, H. (1991), « Organizations and markets », Journal of Economic Perspectives, vol. 5, n° 2, p. 28.
- Simon, J. (1981), The ultimate resource, Princeton, NJ, Princeton University Press ; trad. fr. de Linda J. Ranchin-Dundas, L'Homme, notre dernière chance : croissance démographique, ressources naturelles et niveau de vie, Paris, Presses universitaires de France, coll. « Libre échange », 1985.
- Solow, R. (1974), « The economics of resources or the resources of economics », discours d'orientation, American Economics Review, n° 2, p. 1-14.
- Stavins, R. (2002), « Lessons from the American experiment with market-based environmental policies », in J. Donahue et J. Nye (éd.), Harnessing the hurricane : the challenge of market-based governance, Washington, D.C., Brookings, p. 173-200.
- Vatn, A., et Bromley, D.W. (1994), « Choices without prices without apologies », Journal of Environmental Economics and Management, vol. 26, n° 2, p. 129-148.
- Vitousek, P.M., Ehrlich, P.R., Ehrlich, A.H., et Matson, P.A. (1986), « Human appropriation of the products of photosynthesis », BioScience, vol. 36, p. 368-373.
- Wackernagel, M., Schulz, N.B., et al. (2002), « Tracking the ecological overshoot of the human economy », Proceedings of the National Academy of Science USA, vol. 99, p. 9266-9271.
- Wilson, E.O. (1998), Consilience : the unity of knowledge, New York, Alfred A. Knopf ; trad. fr. de Constant Winter, L'Unicité du savoir : de la biologie à l'art, une même connaissance, Paris, R. Laffont, 2000.
- Wilson, E.O. (2002), The future of life, New York, Alfred A. Knopf ; trad. fr. de Christian Jeanmougin, L'Avenir de la vie, Paris, Éd. du Seuil, coll. « Science ouverte », 2003.Books.

## L'institut Veblen pour les réformes économiques

### Notre mission

L'Institut Veblen promeut la transition socio-écologique vers une économie plus soutenable et plus juste.

**I** Il anime le programme IRE  
**R** (Initiative internationale pour  
repenser l'économie), initié  
par la Fondation Charles  
Léopold Mayer en vue de  
**e** faire émerger de nouvelles  
propositions dans le domaine

### Les notes l'Institut Veblen

Publications hors commerce, les notes Veblen présentent les travaux de l'Institut et de ses partenaires. Suivez nos productions [en cliquant ici](#).

Publié sous Creative Commons 

### Equipe exécutive

Wojtek Kalinowski  
Aurore Lalucq

### Conseil d'administration

Philippe Frémeaux (président)  
James Galbraith (vice-président)  
Patrick Hébert (trésorier)  
Jérôme Blanc (secrétaire)

### Nous contacter

Institut Veblen  
38 rue St-Sabin  
75011 Paris  
France  
Tel : +33(0)1 43 14 75 75  
Fax : +33(0)1 43 14 75 99  
E-mail : [contact@veblen-institute.org](mailto:contact@veblen-institute.org)  
[www.veblen-institute.org](http://www.veblen-institute.org)