

U
Économie

Sylvie Faucheux
Jean-François Noël

ÉCONOMIE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT



ARMAND COLIN

À Jérémie
À Danielle, Jean-Éric et Yves

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Bien peu d'économistes contemporains reconnaissent que l'économie présente une dimension physique et qu'elle est, nécessairement, transformation de la nature. L'activité économique puise en effet dans cette nature les matériaux qu'elle utilise, comme elle y rejette les déchets qu'elle engendre. Ce double mouvement circonscrit très exactement le champ de cet ouvrage : *économie des ressources naturelles*, qui décrit les principes selon lesquels s'opère l'extraction des ressources qui vont donner, après transformation, les biens économiques ; *économie de l'environnement*, qui décrit les modalités selon lesquelles peuvent être gérés — et éventuellement tempérés — les rejets, pollutions ou nuisances qu'entraînent les activités économiques.

La notion d'environnement est pourtant plus large que ne le laisse supposer cette conception restrictive. Le terme « évoque "l'entour", c'est-à-dire un ensemble de choses et de phénomènes localisés dans l'espace » (Passet, 1990, p. 1815), plus précisément dans un espace certes extérieur aux activités humaines, mais au sein duquel celles-ci se déroulent néanmoins¹. Cette inclusion des activités économiques dans leur « environnement » n'est évidemment pas passive : elle implique l'existence de relations et d'interactions. De ce point de vue, l'environnement correspond à la sphère d'influence réciproque existant entre l'homme et son milieu extérieur².

L'écologie, quant à elle, est la discipline scientifique qui étudie « les conditions d'existence des êtres vivants et les interactions de toutes natures qui existent entre ces êtres vivants et leur milieu » (Dajoz, 1974). L'écologie a développé les concepts de *biocénose*, pour désigner l'ensemble des espèces vivant en interdépendance et de *biotope*, pour qualifier le milieu physique renfermant ces espèces, l'*écosystème* étant constitué de la réunion du biotope et de la biocénose, et la *biosphère* réunissant l'ensemble des écosystèmes. Le terme biosphère³ a donc un sens à la fois large (c'est-à-dire non limité à la matière vivante) et global (c'est-à-dire à l'échelle de la planète) et s'entend comme « un système complexe et autorégulé d'interdépendances, dans les ajustements duquel la vie (et par conséquent l'espèce humaine) joue un rôle considérable. » (Passet 1990, p. 1815-1816.)

1. Les définitions données par les dictionnaires insistent toutes sur cet aspect. Le Larousse définit par exemple l'environnement comme « ce qui entoure, l'ensemble des éléments naturels et artificiels où se déroule la vie humaine ».

2. En témoigne ainsi la définition assez générale de l'environnement donnée par le cybernéticien L. Couffignal : « Un être humain, une société humaine, un mécanisme quelconque ne peuvent agir que sur une partie, [...] ne subissent l'influence que d'une partie du milieu extérieur. Ces deux parties du milieu extérieur constituent l'environnement de cet être, de cette société, de ce mécanisme. » (Couffignal, 1960.)

3. Le terme biosphère a été popularisé par Vernadsky (1863-1945), une des figures marquantes de la science russe, avant comme après 1917.

Tant que les conséquences de l'activité humaine, et en particulier de l'activité économique, n'étaient pas susceptibles de remettre en cause les régulations gouvernant la reproduction de la biosphère, on a pu considérer l'économie et la nature comme deux univers distincts, possédant chacun sa logique et ses conditions de reproduction. Les économistes pouvaient s'intéresser aux règles gouvernant l'optimisation économique et aux conditions de la reproduction économique, tout en ignorant la façon dont la nature assurait spontanément sa reproduction.

Il n'en est plus ainsi depuis que le développement de la population, de la production et des techniques menace de détruire le milieu qui les porte. La reproduction de la biosphère ne peut pas plus se penser indépendamment de celle de l'économie que cette dernière ne peut être envisagée sans relation avec celle de la biosphère.

La prise de conscience de l'ampleur des rapports mutuels qu'entretiennent l'économie, les ressources naturelles et l'environnement, c'est-à-dire la constitution de ces rapports comme problèmes, a été concomitante de l'apparition d'un risque d'épuisement des ressources naturelles et de l'aggravation des atteintes subies par l'environnement.

Dans les deux domaines l'évolution a été caractéristique et assez parallèle.

Du côté des ressources naturelles, la question du lien entre la population et les ressources est certes abordée depuis longtemps par les économistes (au moins depuis Malthus), de même que celle de la dépendance de l'activité industrielle vis-à-vis des matières premières et de l'énergie est également reconnue depuis le XIX^e siècle (*The Coal Question* de Stanley Jevons date de 1865). Cependant, la réflexion économique sur les ressources naturelles s'est, pendant longtemps, dirigée vers l'élaboration de règles de bonne gestion des ressources tant épuisables que renouvelables, plus que vers l'élucidation des rapports entre ressources et développement.

Vers les années soixante-dix s'est propagée une interrogation sur la capacité de la biosphère à fournir les ressources nécessaires à la poursuite du développement économique. Le rapport du Club de Rome de 1972 a représenté à cet égard une date marquante (Meadows, Randers, Behrens, Meadows, 1972; Meadows, Behrens, Nail, 1977). Les années suivantes ont vu les projecteurs se braquer paradoxalement à la fois sur les ressources épuisables les plus « marchandes », comme le pétrole (« chocs pétroliers » de 1973-1974 et 1979-1980), et sur des ressources renouvelables beaucoup moins « marchandes » comme les éléphants ou les baleines menacés d'extinction. Plutôt que de craindre que le développement ne rencontre une limite absolue dans la disponibilité des ressources, ce qui serait démobilisateur, on tend plutôt à envisager les ressources naturelles comme une réalité physique concrète, « un stock qu'il convient de gérer en tenant compte, soit de ses rythmes naturels de reproduction (ressource renouvelable), soit de ses perspectives d'épuisement et des délais nécessaires aux prises de relais par de nouvelles ressources (ressources non renouvelables) » (Passet, 1990, p. 1829).

En ce qui concerne les problèmes d'environnement, l'évolution a été parallèle à celle qu'ont connue les ressources naturelles. Les années soixante-dix, période au cours de laquelle a commencé à se poser le problème des rapports de l'économie et de l'environnement, correspondent à une première phase de cette évolution. Elle est dominée par les pollutions classiques de l'eau, de l'air, du sol. Jusqu'alors, ces pollutions avaient des émetteurs et des victimes assez bien identifiés. Elles avaient une forme locale ou régionale, parfois transfrontière. Elles entraînaient des dommages ponctuels et le plus souvent réversibles à l'aide de techniques de dépollution.

L'évolution récente des problèmes d'environnement, depuis la fin des années quatre-vingt a rendu à ces questions une actualité qu'elles n'ont plus perdue⁴. Les atteintes à l'environnement se rapprochent maintenant d'un nouveau seuil : celui de la mise en cause des régulations globales de la biosphère. En témoigne l'irruption sur le devant de la scène des premières pollutions que l'on peut qualifier de globales : la diminution de la couche d'ozone stratosphérique ou l'accroissement de l'effet de serre (Faucheux et Noël, 1990).

La question de la pérennité du développement, à l'origine de ces atteintes, est alors posée : on prend conscience que les interactions entre économie et environnement doivent désormais être gérées de façon à répondre aux besoins actuels sans sacrifier la satisfaction de ceux des générations futures. La notion de développement soutenable est née.

Mais si l'on veut que le développement soutenable ne constitue pas une « boîte vide », il faut en approfondir les conditions et définir les critères de gestion correspondants, ce qui constitue pour la théorie économique un véritable défi.

Avec le développement soutenable, l'économie se trouve confrontée aux problèmes suivants :

- *la multidimensionnalité* : les problèmes ne sont plus isolables les uns des autres et comportent tous plusieurs dimensions. D'une part, problèmes de ressources et d'environnement sont évidemment liés : une ressource polluée peut n'être plus disponible pour l'usage qu'on attend d'elle ; l'extraction des ressources épuisables cause des pollutions locales ou régionales, et leur utilisation est mise en cause à l'échelle globale dans le renforcement de l'effet de serre par les émissions de CO₂ ; l'exploitation des ressources renouvelables et l'aggravation des pollutions mettent en cause la diversité biologique, qui est une des caractéristiques de la biosphère. D'autre part, l'existence d'interactions entre ce que l'on peut appeler, avec Passet (1979), la sphère économique, la sphère naturelle et la sphère socioculturelle, est au cœur même des rapports entre économie, ressources et environnement. Or dans cet ensemble, la sphère économique apparaît comme un sous-ensemble des sphères socioculturelle et naturelle qui l'englobent. Mais inversement tous les éléments des sphères englobantes n'appartiennent pas à la sphère économique. Cette situation explique la multidimensionnalité fondamentale des phénomènes d'exploitation et d'épuisement des ressources naturelles comme de ceux de dégradation de l'environnement et justifie l'utilisation pour leur compréhension d'une approche systémique adaptée à cette multidimensionnalité (Faucheux et O'Connor, 1994).

- *L'irréversibilité* : aujourd'hui, problèmes de ressources naturelles et problèmes d'environnement ont atteint le niveau de la biosphère. Les régulations mêmes de celle-ci sont mises en cause par les pollutions globales telles que la diminution de la couche d'ozone et le renforcement de l'effet de serre. D'une part l'atmosphère terrestre se révèle extrêmement sensible à de faibles changements de ses constituants minoritaires. D'autre part, la durée de vie de certains polluants extrêmement stables, jointe aux longs délais de réaction de systèmes aussi complexes que ceux déterminant le climat, permet de penser que des changements climatiques globaux apparaîtraient pour plusieurs siècles, et pourraient donc être considérés, à l'échelle de la vie humaine, comme irréversibles. Un autre aspect de l'irréversibilité est constitué par les extinctions d'espèces, que celles-ci soient dues à un futur changement global qui modifierait les conditions de vie sur la terre, à des pollutions menaçant spécifiquement telle

4. En France, on peut situer ce regain d'intérêt au début de l'année 1990, mais on pourrait trouver bien entendu des seuils plus précoces dans d'autres pays.

ou telle espèce ou à des prélèvements trop importants sur le stock d'une ressource renouvelable. Toute perte de patrimoine génétique peut être considérée comme définitive et est donc à ce titre constitutive d'irréversibilité.

- *La présence de problèmes d'équité tant intragénérationnels qu'intergénérationnels* : les choix faits en matière de ressources naturelles et d'environnement s'inscrivent nécessairement dans le temps. Ils mettent également en jeu le bien-être tant des individus existant actuellement que celui des générations futures. Pour la génération présente, la question de la répartition de ce bien-être et des effets liés à l'exploitation des ressources naturelles et aux problèmes de pollution de l'environnement est posée : il suffit de penser à l'importance des inégalités entre pays du Nord et du Sud. Pour les générations à venir, il est clair que l'attitude en matière d'exploitation des ressources et de sauvegarde de l'environnement adoptée par la génération actuelle influera directement sur leur bien-être : par exemple, une ressource épuisable exploitée aujourd'hui ne sera plus disponible dans l'avenir. Le problème est évidemment que si les préférences actuelles nous sont connues, nous ne connaissons pas les préférences des générations futures. Il est dès lors délicat de poser des règles assurant de façon équitable le partage du bien-être entre la génération présente et l'ensemble des générations futures.

- *L'incertitude* : elle est omniprésente dans tout le domaine des ressources naturelles et de l'environnement. Incertitude quant aux réserves de ressources épuisables, quant aux possibilités que réservent les progrès techniques futurs, quant aux conséquences exactes des pollutions globales, sans parler de celles, déjà citées, concernant les préférences des générations futures. La combinaison de l'irréversibilité et de l'incertitude amène d'ailleurs à définir des critères généraux de choix, tel que le principe de précaution (Perrings, 1991) : on ne peut courir le risque d'une évolution irréversible de la biosphère, même si celle-ci n'est pas certaine, et on doit, en conséquence, orienter systématiquement les choix vers les options apparaissant comme les plus prudentes.

Les objectifs d'harmonisation entre préoccupations économiques et écologiques, tels qu'ils s'expriment au travers du concept de développement soutenable, amènent à se poser la question de fond, à laquelle tente de répondre cet ouvrage : « Quelle économie pour les ressources naturelles et l'environnement ? »

Pour élaborer une telle réponse, il est indispensable, tout d'abord, de revenir sur les fondements, tant épistémologiques qu'analytiques de l'économie des ressources naturelles et de l'environnement (première partie : Les fondements de l'économie des ressources naturelles et de l'environnement). Ensuite, une connaissance de l'analyse économique à la fois des ressources naturelles (deuxième partie : L'économie des ressources naturelles) et de l'environnement (troisième partie : L'économie de l'environnement) s'impose, notamment afin de mieux saisir l'enjeu des débats nés autour du concept de développement durable. Ce dernier résulte de la rencontre par l'économie d'une logique qui lui est extérieure, dont la prise en compte la conduit à une ouverture multidimensionnelle. C'est donc aux théories économiques du développement soutenable qu'est consacrée la dernière partie de cet ouvrage (quatrième partie : Le développement soutenable).

LES GRANDS PARADIGMES

Depuis les années soixante-dix, c'est-à-dire depuis que les problèmes de ressources naturelles et d'environnement ont commencé à être perçus et traités comme tels, les actions dans ce domaine se répartissent entre quatre grandes attitudes (Turner, 1991)¹.

En simplifiant, ces quatre positions sont :

- une attitude extrémiste, dite préservationniste, centrée sur la préservation intégrale de la biosphère. Rien de ce qui constitue la biosphère ne doit être atteint du fait de l'homme. Sauf urgence, celui-ci n'a aucun droit sur les ressources naturelles. Les éléments non humains de la nature possèdent en revanche des droits que l'homme doit respecter. Les considérations éthiques s'étendent donc à la nature entière et valent pour toute la suite des temps futurs. Cette approche correspond principalement au courant dit de la *Deep Ecology*;
- une attitude dominée par l'efficacité économique et son instrument privilégié l'analyse coûts-avantages. Cette conception se fonde sur l'utilitarisme et sur les droits de propriété, pour laisser le marché réguler l'exploitation des ressources. Optimisme technologique et possibilités de substitution en fonction des prix laissent le champ libre à l'exploitation des ressources naturelles et de l'environnement. Toute considération éthique, tant intragénérationnelle (tenant à la répartition) qu'intergénérationnelle, est absente;
- une attitude, souvent appelée conservationniste, qui voit dans les ressources et les problèmes d'environnement une contrainte telle pour la croissance économique que celle-ci devra de gré ou de force s'arrêter. Ce sont les partisans de la croissance zéro ou de l'état stationnaire. Il s'agit d'un point de vue anthropocentré, distinct par conséquent de la première attitude. Il se différencie également de la deuxième approche par son souci de conservation d'une base de ressources naturelles. Les considérations éthiques intergénérationnelles l'emportent toutefois nettement sur les préoccupations intragénérationnelles. Elles amènent à sacrifier la croissance présente au bénéfice des générations futures;
- une attitude qui voit dans les ressources et les problèmes d'environnement une sévère contrainte à la croissance économique, mais qui pense qu'un compromis est possible, à l'aide d'une définition adéquate des contraintes à respecter et d'un usage habile des instruments économiques d'incitation. On y trouve les plus chauds partisans du développement soutenable. Les considérations éthiques intra- et intergénérationnelles sont prises en compte de manière équilibrée. Elles amènent à ne pas sacrifier le développement actuel, mais à en changer les caractéristiques pour lui permettre de durer.

1. Cette typologie doit bien sûr être interprétée avec circonspection dans la mesure où chaque conception ne constitue pas un compartiment étanche et où, dans la réalité, un grand nombre de recouvrements et de combinaisons restent possibles, comme nous le verrons d'ailleurs au cours de cet ouvrage.

- On remarque que parmi ces quatre attitudes face à l'environnement et aux ressources naturelles, les deux premières sont la conséquence de conceptions réductionnistes et unilatérales, tandis que les deux dernières relèvent à des degrés divers de positions de compromis entre économie d'une part et environnement et ressources naturelles d'autre part.

On peut aussi estimer que ces approches se rattachent plus profondément aux grandes conceptions de l'univers développées par la réflexion philosophique et/ou scientifique. La place de l'homme et de ses activités au sein du monde physique a été entendue de quatre façons principales, qui sont certes apparues successivement, mais qui, en se maintenant à travers les époques, ont fini par constituer autant de paradigmes concurrents dans la connaissance et l'explication de l'univers. La force explicative de ces grands paradigmes est d'ailleurs telle qu'elle détermine aussi les clivages existant au sein de l'analyse économique et bien entendu au sein de l'économie des ressources naturelles et de l'environnement.

1. Une première explication donne le primat à la «nature». C'est ce qu'on peut appeler l'univers «naturiciste». La nature est considérée comme première et l'emporte sur l'homme. La nature est alors un concept large et englobant, d'essence métaphysique. Elle relève exclusivement du qualitatif. Tout dans l'univers physique va donc procéder de cette nature. L'homme doit s'y soumettre, y compris dans ses activités politiques, morales ou économiques.

Les deux explications suivantes donnent le rôle essentiel à la physique, au détriment de la métaphysique. Il s'agit de conceptions de nature rationaliste et scientifique. Toutes les deux reposent sur les lois de la physique qui sont à la base de la connaissance et de l'action de l'homme. Elles divergent cependant quant au type de phénomène expliqué et, partant, quant au type de discipline scientifique auquel elles se rattachent, mécanique ou thermodynamique. On obtient donc :

2. Une deuxième explication qui prend ses racines dans la mécanique. L'univers mécaniste qui en résulte s'explique par les seules dimensions de la grandeur, de la masse et du temps. Ce dernier est fondamentalement réversible. L'univers n'existe que dans la mesure où il est quantifiable. Le qualitatif en est rejeté. La connaissance rationnelle qui en découle ouvre la porte à l'action sans limite de l'homme sur l'univers physique. Cette exigence de rationalité amène à concevoir sur un modèle unique non seulement l'explication des phénomènes physiques, mais aussi celle du vivant (les animaux-machines) ou celle des phénomènes économiques et sociaux.

3. La troisième explication donne le primat à la thermodynamique. Il s'agit toujours de comprendre l'univers à partir des lois de la physique, mais ces dernières ont changé par rapport au cas précédent : elles s'appliquent maintenant à des phénomènes (l'énergie) mal représentés par la mécanique classique, qu'elles font entrer dans le champ du quantifiable. L'explication proposée repose fondamentalement sur un temps irréversible. Cette caractéristique (l'entropie) amène à considérer les limites de l'action humaine sur le monde physique plutôt que son expansion infinie. Cependant, la représentation qui en résulte est tout aussi rationaliste et déterministe que la précédente : elle s'applique aussi bien aux phénomènes physiques qu'à l'activité économique de l'homme et à ses résultats. Elle échoue néanmoins à rendre compte correctement du vivant et de son évolution.

4. La quatrième explication met l'accent sur la spécificité du vivant. Elle résulte pour partie d'une révision du paradigme thermodynamique précédent pour interpréter le maintien de la vie au travers de la dégradation entropique. Elle tire également son origine de l'évolution récente de la biologie moléculaire (rôle de l'ADN et du code génétique). Elle tend à résoudre la contradiction existant entre la stabilité du monde physique, telle qu'elle s'exprime dans les lois de la thermodynamique (sans parler de celles de la mécanique), et

l'évolution du vivant, telle qu'elle ressort de la théorie évolutionniste issue de Darwin. Centré sur la biologie plus que sur la physique, ce paradigme insistera sur l'instabilité de la vie face au monde physique, sur la complexification croissante du vivant et sur la nécessité d'organiser la coévolution.

Chacun de ces grands paradigmes influence et éclaire des conceptions spécifiques de l'économie en général et de l'économie des ressources naturelles et de l'environnement en particulier.

Certes l'approche naturiciste, par son caractère métaphysique, se prête mal aux développements en termes économiques. Les idées des physiocrates apparaissent comme l'un des rares exemples d'une conception économique directement rattachable à ce paradigme. Les conceptions éthiques des théories dites «humanistes» de l'économie, ou l'intérêt accordé aux comportements altruistes s'y rattachent plus indirectement. En ce qui concerne l'environnement, la conception naturiciste du monde aboutit aux thèses «géocentrées» (Gaïa) ou «biocentrées» («Deep Ecology») qui s'opposent directement à l'économie des ressources naturelles et de l'environnement, telle qu'on la conçoit traditionnellement. Ce sera l'objet de la section 1 de ce chapitre.

Les deux approches «physicistes» ont en revanche donné lieu à d'abondantes constructions économiques. La mécanique classique sous-tend tout l'édifice de la théorie économique standard d'inspiration néoclassique et donc de toute l'analyse conventionnelle des ressources naturelles et de l'environnement. Ceci sera rappelé dans la section 2 de ce chapitre.

La thermodynamique est à la base des premières tentatives pour faire entrer l'environnement et les ressources naturelles en tant que tels dans le cadre de la théorie économique. Si l'École de Londres s'en inspire fortement, il est indéniable que la théorie de l'état stationnaire (*steady state*) en est l'illustration la plus achevée. Ces points feront l'objet de la section 3 de ce chapitre.

La conception centrée sur le vivant donne lieu à une interprétation contemporaine des relations entre économie et ressources naturelles ou environnement en termes de coévolution. Elle sera abordée dans la section 4 de ce chapitre.

Ainsi, nous pourrions voir qu'aux deux paradigmes d'inspiration moniste et unidimensionnelle, à savoir le naturicisme écologique et le physicisme économique, peuvent être opposés deux paradigmes également multidimensionnels et par conséquent moins réducteurs. Ces derniers, le paradigme thermodynamique et le paradigme du vivant, constituent l'essentiel du champ de ce que l'on a coutume désormais de qualifier d'économie écologique ou *Ecological Economics* (Faucheux et Passet, 1995).

1. L'UNIVERS «NATURICISTE» : LE PRIMAT DE LA NATURE ET DE L'ÉTHIQUE

Parmi les conceptions des relations entre l'homme et l'univers, on rencontre tout d'abord une lignée que l'on peut qualifier de «naturiciste», en ce qu'elle accorde un rôle prééminent à la nature², mais à une nature définie sur une base métaphysique. À ce point de vue peut être rattaché celui qui place l'éthique, notamment sous la forme d'une morale naturelle, au

2. En préalable, et sans avoir la prétention d'épuiser le sujet, précisons les définitions possibles de la nature. Le sens le plus immédiat du terme concerne le monde physique (la *phusis* des Grecs, c'est-à-dire les grands éléments : eau, air, terre, feu) en général et plus précisément encore les êtres animés ou les objets inanimés autres que les artefacts.

premier plan des relations de l'homme et de l'univers. Dans les deux cas, qu'il s'agisse de métaphysique ou de morale, la source et l'inspiration de ces courants remontent, dans la pensée occidentale, à Aristote. Il conviendra donc dans le premier cas de voir comment la conception métaphysique de la nature telle qu'on la trouve chez Aristote a pu éclairer certaines théories économiques, comme celle des physiocrates. Dans le deuxième cas, on suivra la tradition qui va là encore de la morale aristotélicienne, en passant par la pensée scolastique, jusqu'aux thèses de l'économie «humaniste» de Sismondi à Schumacher. Enfin, on retiendra deux approches contemporaines qui, alliant métaphysique de la nature et morale naturelle, ont en commun de se placer en position d'adversaire de l'économie sur le terrain de l'environnement : l'hypothèse Gaïa, forme géocentrée de naturalisme métaphysique et le courant dit de la «Deep Ecology», forme biocentrée d'éthique naturelle.

1.1. Une conception métaphysique de la nature : d'Aristote aux physiocrates

Pour Aristote³, la connaissance de l'Univers suppose la mise au jour de quatre types de causes qui suffisent à expliquer totalement chaque objet : la «cause matérielle», qui décrit la matière dont est fait l'élément; la «cause formelle», qui est l'idée, l'essence ou le plan; la «cause efficiente», c'est-à-dire l'agent à l'origine de l'action, la force ou le pouvoir qui la produit; la «cause finale» qui représente la fin, le but recherché⁴.

Cependant, cette analyse des causes une fois faite, il convient, dit encore Aristote, de distinguer ce qui est naturel de ce qui est fabriqué, c'est-à-dire les artefacts. Dans ces derniers, la forme n'est pas une donnée préétablie ou prédéterminée, mais elle est imposée par l'homme d'une façon d'ailleurs superficielle⁵. De plus, les artefacts ne recèlent en eux aucune tendance au changement. Ils ne connaissent ni altération, de la naissance au vieillissement et à la mort, ni croissance orientée vers un achèvement, tel le blé croissant vers l'épi ou le bourgeon vers la fleur ou la feuille, ni mobilité autonome.

Pour Aristote, la nature ainsi circonscrite est indissolublement forme et matière, mais la forme est l'élément actif, essentiel, la matière n'étant que le réceptacle passif de la forme. Ce primat de la forme opérant ses choix parmi toutes les potentialités offertes par la matière aboutit à l'idée d'une nature certes caractérisée par le mouvement⁶, mais par un mouvement qui doit être à la fois non forcé et non violent, conforme à la cause formelle et à la cause finale, c'est-à-dire en définitive — et de façon quelque peu circulaire — conforme à la nature. Les êtres agissent «pour la nature» et «en vue de la nature», si bien que «la nature chemine vers la nature». La fin poursuivie par la nature est la forme, mais cette fin implique aussi une action, qui s'exerce sur le substrat qu'est la matière.

La pensée de la nature chez Aristote relève donc de la téléologie, voire du finalisme le plus absolu. En témoignent les affirmations bien connues d'Aristote, telles que «la nature ne

3. *Physique*, tome II, trad. Carteron, Les Belles Lettres, Paris, 1973.

4. Les analyses modernes, lorsqu'elles se voudront scientifiques, rejettent les «causes formelles» et les «causes finales» comme étant pure spéculation métaphysique, la «cause matérielle» comme n'étant aucunement de l'ordre d'une cause, et concentreront leur attention sur la «cause efficiente».

5. Pour Aristote, un bois de lit planté en terre ne donne pas un autre bois de lit, mais pourrait à la rigueur redonner un arbre, si le bois n'est pas trop sec.

6. Ce mouvement s'apprécie bien évidemment au regard des catégories aristotéliciennes fondamentales que sont le chaud et le froid, le sec et l'humide, et leurs combinaisons essentielles à l'origine des quatre éléments (les contraires ne pouvant par définition s'unir) : le feu (chaud et sec), l'air (chaud et humide), l'eau (froid et humide) et la terre (froid et sec), ainsi que du grave et du léger, du bas et du haut, etc.

pense pas mais elle n'en sait que mieux où elle va »⁷, « la nature ne fait rien en vain »⁷, « la nature agit au mieux de ce qu'elle peut »⁸, voire, « comme une bonne ménagère, elle utilise tout ce qui est utilisable, sans gâchis »⁸.

Dans ces dernières expressions, on voit poindre une véritable économicité de la nature, associant l'élimination des gaspillages à la poursuite d'une fin préétablie. Considérant par exemple l'organisation interne des êtres vivants, Aristote cherche à en saisir la forme, c'est-à-dire le plan de la nature dans lequel elle s'inscrit. Celui-ci respecte des contraintes d'équilibre et d'harmonie, et évite redondance ou superflu.

Mais le champ de la nature, tel qu'on vient de le définir, ne se réduit nullement aux éléments naturels ni aux êtres vivants. La nature concerne aussi l'homme engagé dans l'action et qui agit alors en être politique ou économique.

Pour Aristote en effet, la réalité politique existe aussi sous une forme naturelle : la cité. On connaît le célèbre passage de sa *Politique* : « la cité est au nombre des réalités qui existent *naturellement* et l'homme est *par nature* un animal politique⁹. » Les autres niveaux d'organisation de la société, le couple, la famille, la communauté villageoise, trouvent leur complet développement, leur achèvement, dans la cité.

On retrouve le même genre de conception dans les quelques passages économiques laissés par Aristote. Dans une digression de sa *Politique*, il introduit en effet une distinction entre modes naturels et modes non naturels d'acquisition des richesses, c'est-à-dire entre l'économie proprement dite et la chrématistique.

La première repose sur la satisfaction des besoins par le moyen de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et de la chasse ou encore du brigandage, sorte de chasse un peu spéciale ! Cette satisfaction des besoins s'opère largement au sein de la famille, du domaine ou de la communauté villageoise. Elle repose sur une valeur d'usage concrète et ne donne lieu qu'à une accumulation limitée. Les coûts et les bénéfices concernent alors l'ensemble de la communauté en cause. Ce premier mode d'acquisition des richesses porte en lui-même ses limites, la satisfaction des besoins, en particulier des besoins à long terme, de la communauté. L'économie, entendue principalement au sens d'économie domestique autarcique, constitue donc un mode naturel d'acquisition des richesses.

Cependant, note Aristote, la satisfaction continue des besoins élémentaires peut entraîner à la longue l'augmentation de la population et rendre indispensable — par exemple au niveau de la cité — l'importation de biens manquant localement. La monnaie, justement, a été inventée pour faciliter de telles transactions avec l'extérieur.

Mais dès que l'on entre dans la sphère des échanges monétaires, on échappe, pense Aristote, à toute limite naturelle aux échanges fondée sur la satisfaction des besoins et l'on pénètre dans la chrématistique, mode non naturel d'acquisition des richesses¹⁰. La chrématistique culmine dans le prêt à intérêt au sein duquel la monnaie n'est plus un intermédiaire des échanges, mais un bien, objet d'échange pour lui-même¹¹.

7. Aristote, *Politique*, I, 2.

8. Aristote, *Génération des animaux*, II, 6.

9. Aristote, *Politique*, I, 2.

10. Le commerce faisant appel à la monnaie est donc condamnable et condamné par Aristote. Il convient donc dans la cité de laisser le commerce aux mains des étrangers, les métèques.

11. Il se produit alors une inversion des causalités, la monnaie, de « cause matérielle » devenant « cause finale ». La monnaie cesse d'être un moyen (d'échange) pour devenir une fin. Le désir de monnaie se substitue au désir de biens.

On voit donc qu'en ce qui concerne les rapports de l'homme et de la nature, Aristote recommande nettement de ne pas transgresser l'ordre incarné par cette dernière. Cette sorte de pacte d'alliance avec la nature est caractéristique de la pensée grecque, qui préconise de s'accommoder de la nature, de se fondre en elle, de l'accepter, éventuellement de ruser avec elle, mais jamais de la modifier, de la combattre frontalement ou de chercher à la dominer. Le souci d'équilibre, la crainte des débordements et de la démesure ont joué dans le même sens. La stabilité et l'harmonieux fonctionnement d'une nature agencée par les dieux doivent servir de modèle tant aux conventions qui règlent la vie dans la cité qu'à l'individu dans son comportement rationnel. La dichotomie existant entre l'économie, conforme à la nature car liée aux besoins humains et à la dimension physique des objets, et la chrématis-tique, non conforme à la nature car fondée sur un « détournement » de l'usage de la monnaie, est caractéristique de l'univers « naturiciste » d'Aristote.

Au milieu du XVIII^e siècle, les physiocrates vont reprendre cette vision du monde en tentant de donner pour fondement à l'économie la réalité physique de la nature. Attribuant l'origine exclusive de la richesse à l'agriculture, ils décrivent ce faisant l'une des modalités possibles de l'« économie naturelle », tout en établissant là encore nettement la suprématie de la nature sur l'économie. Dès ses premiers écrits¹², parus en 1756-1757 dans l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert, Quesnay, le chef de file de cette école, affirme en effet que le produit social annuel de la nation dans son entier n'est autre que le produit national annuel de l'agriculture et que ni l'industrie ni le commerce ne peuvent ajouter quoi que ce soit à la richesse nationale. En ce sens, ces dernières peuvent être regardées comme des occupations stériles.

La question de la place de la nature face à l'économie, et plus généralement face à la société, apparaît sous trois aspects dans la construction des physiocrates : tout d'abord dans leur théorie philosophique de l'ordre naturel, ensuite dans la conception qui leur est propre de l'exclusive productivité de l'agriculture et enfin, dans le rapport qu'ils établissent avec la dimension physique de l'économie.

Les physiocrates pensent que les sociétés civiles ne devraient être qu'un miroir de l'ordre naturel. Les lois constitutives de cet ordre naturel, ou lois naturelles, ont certes été inscrites dans la nature par Dieu lui-même, mais un mauvais gouvernement ou des groupes sociaux trop influents peuvent en suspendre le jeu ou en modifier les effets. Elles ne s'imposent pas de façon nécessaire aux actions des hommes, et les sociétés civiles ne peuvent pas être considérées à leur égard comme des systèmes mécaniques réagissant toujours de la même manière. L'ordre naturel apparaît ainsi comme une sorte de situation normative qui décrit les traits d'une société idéale. Le bon gouvernement consiste alors à « entendre les lois que Dieu a si manifestement gravées sur la société des hommes depuis la Création »¹³. La préférence des physiocrates dans l'ordre politique va à un *despotisme légal*, l'autorité d'un monarque de droit divin étant tempérée par l'adhésion de celui-ci aux Lumières, qui l'instruisent en retour sur l'ordre naturel.

Leur doctrine de l'exclusive productivité de l'agriculture aboutit sur le plan politique à exclure de la nation tous ceux dont les intérêts ne coïncidaient pas avec ceux de l'agriculture

12. Les articles « Évidence », « Fermiers » et « Grains ».

13. Parmi les lois naturelles, dont l'évidence doit assurer la connaissance, figure la liberté, impliquant l'abolition des privilèges et l'absence de régulation sur tous les marchés; le règne de la concurrence sur le marché du travail ainsi que dans le commerce intérieur et extérieur, la liberté de choix dans la manière de dépenser son revenu. La propriété fait également partie de l'ordre naturel des sociétés, tant celle de la terre que celle du capital employé dans l'agriculture.

et à préconiser une alliance du Roi avec tous les groupes sociaux liés à l'agriculture. L'argument utilisé par les physiocrates pour démontrer la supériorité de l'agriculture sur l'industrie et le commerce est essentiellement que l'agriculture produit les matières premières et tout ce qui est nécessaire pour toutes les autres activités¹⁴. L'agriculture nourrit tout le monde, y compris les actifs dans l'industrie et le commerce, parce qu'elle est la seule à pouvoir produire plus de nourriture que n'en requiert pour sa propre subsistance. Inversement, la stérilité du commerce et de l'industrie provient de ce que ces activités ne font, selon les physiocrates, que transformer des biens dont la valeur d'échange a été fixée par ailleurs. La richesse de certains intermédiaires n'est pas une preuve de leur productivité : au contraire, elle résulte d'échanges inégaux dus à leurs « privilèges d'exclusif », c'est-à-dire en définitive à des violations de l'ordre naturel.

La conception physiocratique est fondamentalement celle d'une économie du long terme s'ajustant autour des lois naturelles constitutives d'un ordre naturel. D'une part il y a chez les physiocrates identité de nature entre les lois physiques de la matière et les lois régissant les sociétés humaines. De ce fait, « il y aurait unité du monde de la matière et du monde humain : l'ordre naturel associerait matière et lois dont les caractéristiques et la portée seraient identiques » (Passet, 1979, p. 38). D'autre part, la contrainte essentielle qui apparaît par exemple dans le *Tableau économique* de Quesnay est une contrainte de reproduction à long terme du produit physique agricole. « L'image de l'économie qui ressort de cette approche est celle d'une activité régie par des lois naturelles mettant en œuvre des flux physiques et ne pouvant se perpétuer qu'à travers la reproduction d'un milieu naturel indépendamment duquel elle ne saurait être analysée », écrit à ce propos Passet (1979, p. 38). Les hommes doivent subordonner leur activité à ces lois physiques afin de s'assurer de la reproduction de la richesse et, au-delà, de leur survie et de leur propre reproduction. Mais la contrepartie de cette soumission à l'ordre naturel physique des choses est l'existence du « don gratuit de la nature », c'est-à-dire du produit net de l'agriculture. Le système politique doit alors avoir pour rôle de rendre conforme l'économie aux lois de la nature¹⁵.

Ainsi voit-on se perpétuer d'Aristote aux physiocrates, la même tradition d'une nature d'essence métaphysique, culminant dans une notion d'ordre naturel auquel il convient que l'homme se plie, y compris dans ses activités économiques.

1.2. Une conception naturelle de la morale économique : d'Aristote au courant «humaniste»

Dans l'*Éthique à Nicomaque*, Aristote aborde les problèmes économiques sous l'angle éthique. Pour lui l'interdiction de léser quiconque, précepte moral fondamental, se retrouve dans l'échange sous la forme du caractère nécessairement équilibré de celui-ci. Poussé plus loin, ce principe est à la base de la conception *commutative* de la justice développée par Aristote. Celle-ci implique que l'on puisse remplacer dans l'échange un participant par un autre, sans qu'en soient changés les conditions et les résultats.

14. Entendue au sens large de l'ensemble des productions «primaires». Les physiocrates considéraient comme productives non seulement la culture du sol mais toutes les activités liées directement à l'agriculture, telles que «les prairies, les pâtures, les forêts, les mines ou les pêcheries».

15. «Plus que tout autre, il s'agit d'un système de pensée concevant l'économie politique comme une science, science de la nature autant que de l'homme; ou plus exactement science de l'homme se conformant à des prescriptions naturelles» (Barrère, 1974, p. 165).

Nous avons déjà cité la célèbre distinction aristotélicienne entre la chrématistique et l'économie, qui n'accorde qu'à cette dernière, fondée sur la satisfaction des besoins de l'homme, le qualificatif de « naturelle ». Cette idée a eu une grande influence sur la pensée médiévale européenne, notamment chez les scolastiques tels que Thomas d'Aquin. Ceux-ci, tentant une synthèse entre le corpus aristotélicien et la théologie chrétienne, ont effectué une lecture essentiellement éthique de la pensée naturaliste d'Aristote. La prohibition du prêt à intérêt, la mauvaise conscience vis-à-vis du profit, le discrédit relatif des activités commerciales, sont des conséquences de la condamnation de la chrématistique par Aristote.

La conception aristotélicienne de la justice *productive* sera elle aussi conservée. Les institutions sociales permettent à chacun de satisfaire ses besoins élémentaires par sa participation à la production¹⁶. La réflexion concernant le « juste prix » a permis d'insister sur les conditions nécessaires pour que l'échange puisse satisfaire aux exigences de la justice commutative : absence de fraude dans l'échange, respect des contrats passés, transparence de l'information disponible pour tous, accès de tous sans discrimination à l'échange. Le débat sur l'aspect normatif du « juste prix », à savoir à quel niveau le fixer, a vite rejoint celui sur la fixation d'un « profit normal », reportant le débat éthique sur l'utilisation de ce profit (par exemple dans des œuvres religieuses ou charitables). Tout ceci constituera pendant longtemps les positions de l'Église catholique en matière économique.

Ce courant, qui fait de la satisfaction des besoins humains — et notamment ceux des plus pauvres — la finalité de l'économie, qui insiste sur les motifs altruistes dans le comportement des individus, deviendra minoritaire au fur et à mesure que s'autonomisera une science économique sur la base du postulat d'égoïsme des individus¹⁷.

Toutefois, ce courant semble avoir influencé l'approche humaniste, également critique de l'économie politique, qui s'est développée à la suite de l'œuvre de Sismondi (1819). Ce dernier, par exemple, s'est élevé, au nom de l'éthique, contre la colonisation ou le travail des jeunes enfants et a préconisé des systèmes d'assurance-chômage ou d'assurance-accidents du travail. Face à la misère du XIX^e siècle et à la non-satisfaction des besoins des masses ouvrières, il demandait à l'économie politique d'« assurer le développement de l'homme, et de tous les hommes » (Sismondi, 1819, vol. 2, p. 141). Pour lui « l'humanité devait être mise en garde contre [...] l'erreur consistant à identifier le bien commun avec la richesse, en faisant abstraction des souffrances des êtres humains qui la créent » (Sismondi, 1819, vol. 2, p. 141). Au XX^e siècle, Schumacher (1977) insiste sur la hiérarchie, qui place l'homme à une place spéciale en raison de ses besoins particuliers (moraux, culturels, spirituels), qui se situent à un autre niveau que les besoins des autres éléments de la nature. Il reproche ainsi à Pareto de « refuser de reconnaître la hiérarchie des niveaux d'être et donc de ne pouvoir trouver d'autre différence qu'une différence de "complexité" entre une pierre et un homme ».

16. Il existe une troisième grande conception de la justice, la justice *distributive*, qui consiste à redistribuer les bénéfices issus du fonctionnement d'un système économique entre les membres de ce système, afin d'assurer là encore la couverture des besoins essentiels. Cette conception n'est pas présente chez Aristote, mais sera développée par la philosophie chrétienne dès l'époque médiévale avec la vertu de charité.

17. Charles L. Schultze, de la Brookings Institution, déclare par exemple : « Les arrangements de type marchand réduisent le besoin de compassion, de patriotisme, d'amour fraternel et de solidarité culturelle comme forces pouvant motiver une amélioration sociale. Pouvoir s'appuyer sur le motif de base de l'égoïsme pour promouvoir le bien commun est peut-être la plus importante invention sociale jamais faite par l'humanité. » (Cité par Daly et Cobb, 1989, p. 139.)

Pas plus que le naturalisme métaphysique, la morale naturelle, issue comme lui de la pensée aristotélicienne, n'a eu, au-delà des courants dont nous venons de parler, d'influence directe sur l'analyse économique contemporaine des ressources naturelles et de l'environnement.

Tout d'abord, l'éthique, dont il est question chez Aristote comme chez les humanistes de Sismondi à Schumacher, concerne principalement l'équité intragénérationnelle. Son importance est, bien sûr, indéniable dans l'optique de «développement soutenable», mais elle reste insuffisante car la dimension intergénérationnelle y est absente, faute d'intégration du facteur temps. Par ailleurs, de façon assez paradoxale, la tradition «humaniste» peut apparaître en opposition totale sur ce point avec la vision du monde issue des sciences de la nature et de la biologie. Ainsi, si l'on en croit Lutz (1992, p. 103), on doit retenir parmi les principes fondamentaux¹⁸ de l'économie humaniste «une épistémologie qui rejette le naturalisme, entendu comme la doctrine qui soutient que les sciences naturelles peuvent prendre en compte tous les phénomènes de ce genre». Dans ces conditions, il semble normal que cette approche n'ait pas véritablement influencé les courants contemporains d'analyse économique des ressources naturelles et de l'environnement. Cependant on peut signaler que certains des préceptes de Daly relèvent nettement de la problématique de l'économie humaniste, mais qu'ils sont énoncés dans un cadre analytique qui privilégie l'équité intergénérationnelle (Daly et Cobb, 1989).

1.3. Le paradigme «naturiciste» face à l'éthique : de Gaïa à la «Deep Ecology»

Quant à l'influence du paradigme «naturiciste» d'Aristote, on la retrouve aujourd'hui, mais en partie seulement, et jointe à des considérations morales, dans deux courants assurant l'un et l'autre, même si c'est de façon différente, la prééminence de la nature sur les activités humaines.

Le premier courant, l'hypothèse Gaïa, pour reprendre la dénomination utilisée par son fondateur Lovelock, entend tirer la leçon de l'arrivée des problèmes écologiques au stade planétaire et considère la terre comme un immense organisme capable de réactions d'adaptation dépassant l'action de l'homme. De ce fait cette vision «géocentrique» se situe dans la lignée de la pensée naturaliste accordant la primauté à la nature sur l'homme. L'idée fondamentale de Gaïa est que la terre représente quelque chose qui dépasse en importance les groupes humains qui y vivent : la terre est elle-même un gigantesque organisme vivant (d'où son nom de Gaïa, tiré de celui de la déesse grecque de la terre), capable de s'autoréguler et de s'ajuster par lui-même à des chocs exogènes.

Dans cette perspective, les êtres humains, même s'ils peuvent être à l'origine des chocs subis par la planète (par les pollutions, notamment les pollutions globales, ou par les atteintes à la diversité biologique) sont finalement de peu d'importance dans l'autorégulation de Gaïa. Au fond, il y a là une perspective systémique qui n'évite pas toute détermination de type téléologique : comme tout système, Gaïa a pour finalité première d'assurer sa propre survie par une régulation. À la limite, l'homme, qui n'est qu'une part infime de Gaïa, pourrait très bien faire les frais de cette régulation et disparaître à jamais, s'il

18. Lutz (1992) retient, outre le principe cité, comme caractéristiques de l'économie «humaniste» : «(1) une orientation normative rejetant l'économie positive pure, (2) une norme de bien-être explicitement exprimée en termes de bien-être *humain*, plutôt que de bien-être «économique» ou «social», (3) l'hypothèse éthique *a priori* de l'égalité des hommes.»

y va de la survie de Gaïa. Comme l'écrit Lovelock : « Dans le passé il est parfois arrivé que les conditions de vie sur la planète changent brusquement, et cela pourrait fort bien se reproduire, Gaïa et la vie suivraient leur cours, mais peut-être sans nous. » (Lovelock, 1979.)

Le problème essentiel posé par Gaïa est celui de l'action humaine. Il est évidemment possible de soutenir que l'homme peut se désintéresser de son action sur la planète, puisque celle-ci s'autorégule sans son concours et assurera sa survie, fût-ce au prix de la disparition de l'espèce humaine¹⁹. On peut aussi penser que l'homme ne peut prendre un tel risque. L'hypothèse Gaïa, en faisant reconnaître que les mécanismes assurant la stabilité de l'environnement, tout en étant robustes, ne sont pas invulnérables, mettrait alors l'accent sur la nécessité pour l'homme « d'aider Gaïa », c'est-à-dire d'éviter les changements futiles aux conséquences mal mesurées et de leur préférer des changements constructifs du point de vue de la stabilité. On retrouverait là une manière pleine de bon sens de « composer avec la nature ».

Le second courant, caractérisé le plus souvent par le terme anglo-saxon de « Deep Ecology » et qui ne doit pas être confondu avec la science de l'écologie, s'articule principalement autour de considérations éthiques s'appliquant à tous les éléments de la nature et pas seulement à l'homme, et débouche généralement sur des positions conservationnistes extrêmement rigides. C'est également l'aspect non anthropocentré ou plus précisément « biocentré » de cette conception qui nous fait la rapprocher de toutes celles qui insistent sur le primat de la nature sur l'homme.

Le terme de « Deep Ecology » désigne la conception philosophique du monde, une « écosophie » diront certains (Naess, 1990), fondée sur le primat de la valeur de la nature. Devall et Sessions (1985) ont proposé pour caractériser ce mouvement de pensée huit principes de base qui prennent valeur de manifeste :

« 1. Le bien-être et le développement de la vie humaine et non humaine sur la terre ont une valeur par eux-mêmes (synonymes : valeur intrinsèque, valeur propre). Ces valeurs sont indépendantes de l'utilité du monde des non-humains vis-à-vis des fins humaines.

2. La richesse et la diversité des formes de vie contribuent à la réalisation de ces valeurs et représentent également des valeurs en elles-mêmes.

3. Les humains n'ont aucun droit à réduire cette richesse et cette diversité, excepté pour satisfaire des besoins *vitaux*.

4. Le développement de la vie et des cultures humaines est compatible avec une substantielle diminution de la population humaine. Le développement de la vie non humaine requiert une telle diminution.

5. L'interférence humaine actuelle avec le monde des non humains est excessive et la situation s'aggrave rapidement.

6. Les politiques doivent donc être changées, qu'elles affectent les structures de base économiques, technologiques ou idéologiques. La situation économique qui en résultera sera profondément différente de la situation actuelle.

7. Le changement idéologique consiste principalement à apprécier la *qualité de la vie* plutôt que d'adhérer à un standard de vie continuellement croissant. Il y aura une profonde prise en compte de la différence entre « plus » et « mieux ».

19. C'est le sens de l'interprétation « libérale » de Gaïa, développée par exemple en France par Sorman (1989), dans son commentaire d'un entretien avec Lovelock. Puisque Gaïa se régule si bien toute seule, il est inutile de mener une quelconque politique active en faveur de l'environnement notamment global.

8. Ceux qui souscrivent aux points précédents ont l'obligation d'essayer directement ou indirectement de mettre en œuvre les changements nécessaires.»

Elle tend donc à conférer des droits moraux aux espèces non humaines, avec l'ambition de mettre fin au programme de domination de la nature par l'homme qui a cours en Occident depuis Francis Bacon, pour aboutir enfin, selon elle, à une approche « non conflictuelle » des rapports entre l'homme et la nature.

Dans l'une et l'autre de ces conceptions, il ne s'agit que de « dévoiler le Plan de la nature » pour « mettre en prise directe les tactiques et la stratégie de l'Homme avec celle de la nature » (O'Riordan, 1971). C'est l'idée que le décideur, tel le despote éclairé cher aux physiocrates, doit respecter le plan optimal d'aménagement des activités humaines dicté par le « Plan de la nature » (Mc Harg, 1966, 1969). Ceci se réfère implicitement à une supériorité de l'ordre naturel sur l'ordre voulu par l'homme. Comme l'écrit Commoner (1972) : « C'est la nature qui a toujours raison²⁰. » Cette approche tend à être particulièrement réductionniste puisqu'elle écarte finalement toute considération économique ou sociale²¹. Les relations entre l'environnement et l'économie ou la société sont appréhendées au travers des seuls critères écologiques.

Quant à l'éthique dont il est question, il s'agit avant tout d'une recherche de l'équité envers les non humains donc de considérations non utilitaristes et non anthropocentriques. La nature doit être préservée pour elle-même et non pour satisfaire le bien-être des générations présentes ou futures. L'environnement a, selon les partisans de la « Deep Ecology », une valeur intrinsèque détachée de tout usage, même futur.

Devall et Sessions (1985), par exemple, vont très loin dans leur affirmation de la valeur intrinsèque, puisqu'ils postulent *l'égalité des valeurs intrinsèques*, ce qu'ils appellent « l'égalité biocentrique » : « toutes les choses présentes dans la biosphère ont un droit égal à vivre et à s'épanouir, et à atteindre leurs formes individuelles de déploiement et de réalisation, grâce à la prise de conscience qu'à une plus vaste échelle tous les organismes et entités de l'écosphère, en tant que parties interreliées d'un tout, *sont égaux en valeur intrinsèque*. »

La valeur intrinsèque est un concept biocentré reconnaissant des obligations éthiques à respecter envers les écosystèmes en tant que tels²². Le seul fondement possible d'une valeur intrinsèque des éléments naturels est en effet que l'ensemble des éléments non humains deviennent *sujets* de droits (et non plus seulement *objets* de droits humains²³). Par voie de conséquence, le fondement du droit à l'existence des non humains n'étant plus utilitariste mais éthique, il conviendrait que l'activité économique ne porte pas atteinte aux autres formes de vie terrestre, quelle que soit l'utilité de ces formes pour elle. Cette conception exclusivement écologique va évidemment à l'encontre des approches anthropocentrées dans lesquelles le souci de préservation des ressources naturelles ne se manifeste qu'en fonction

20. Il s'agit là de la troisième loi de l'écologie selon Barry Commoner (1972).

21. On peut citer à ce propos Daly (1991, p. 215) : « Le réductionnisme écologique commence avec l'importante observation selon laquelle l'économie humaine n'est pas exempte des lois gouvernant les systèmes naturels. »

22. Certains tenants de la « Deep Ecology » vont jusqu'à considérer l'anthropocentrisme utilitariste comme une forme d'« espècesisme » (« speciesism »), terme qui revêt selon ces auteurs la même connotation « répugnante » (Nash, 1989) que le racisme ou le sexisme. Cette théorie élargie de la justice concevant la nature comme ayant des droits, affirme que l'exploitation de la nature est tout aussi condamnable que l'exploitation des êtres humains.

23. La théorie des droits de propriété, qui est partie intégrante de la théorie économique néoclassique n'attribue de droits qu'aux agents économiques qui peuvent (doivent) posséder les choses dont ils font l'échange, ce dernier se ramenant à un échange de droits exclusifs et transférables.

de l'utilité qu'elles présentent pour l'homme²⁴. Ainsi, la nature, l'ensemble des espèces (animaux, plantes...), les écosystèmes, ont un droit à l'existence autonome et indépendant de toute appréciation utilitariste.

Dans cette perspective, « le développement soutenable se définirait comme un développement ne portant pas atteinte aux autres formes de vie terrestre », ainsi que le fait remarquer Hatem (1990), ce qui peut paraître, pour le moins, une vision extrêmement réductionniste.

Enfin, remarquons que le temps appréhendé est celui de l'éternité de la nature, ce qui, évidemment, revêt peu d'intérêt quant au traitement de l'irréversibilité ou de l'incertitude. Quant à l'hypothèse de rationalité à laquelle il est fait appel, elle est de nature optimisatrice mais est constitutive d'une véritable rationalité écologique que l'on suppose présente au niveau même de l'individu. Or, on peut douter avec Daly (1991a, p. 216) du fait que les systèmes économiques et naturels maximisent la même fonction-objectif. L'aspect réductionniste de la démarche a été maintes fois souligné (Martinez Alier, 1987; Faucheux, Froger, Noël, 1993) et il est évident qu'une approche qui évacuerait ainsi toutes considérations économiques et sociales ne saurait à elle seule fonder la décision en matière de gestion des ressources naturelles et de l'environnement. D'ailleurs, aucun courant proprement économique ne s'en réclame, et c'est la raison pour laquelle nous ne nous attarderons pas davantage sur ce courant au cours de cet ouvrage.

2. L'UNIVERS DE LA MÉCANIQUE : LA NATURE «ÉCONOMICISÉE»

Définir une chose, comme le faisaient Aristote ou les scolastiques, par ce vers quoi elle tend (sa forme), c'est s'exposer à ne pouvoir la définir chaque fois, et le cas est fréquent, que l'on ignore ce vers quoi elle tend effectivement. C'est aussi inévitablement tomber dans une conception finaliste, selon laquelle on verra dans la nature en général un ensemble d'objets ordonnés intentionnellement vers un certain but, et de là dans la théologie, car seul un Dieu omnipotent a pu produire un tel agencement.

La découverte de la mécanique à l'âge moderne (par Galilée, Descartes, Newton) est avant tout un recul du finalisme²⁵. La nature d'une chose n'est plus sa forme orientée vers sa fin, mais sa structure, c'est-à-dire un rapport déterminé de grandeurs mesurables. On passe ainsi d'une interprétation fondamentalement qualitative de l'univers et de la nature à son appréciation quantitative. La mécanique va substituer à un monde de mouvement hétérogène de qualités et de vertus un monde unifié et quantifié, au mouvement homogène et réversible.

L'instrument de cette nouvelle connaissance quantitative est la raison, ainsi que va l'enseigner Descartes²⁶. Pour lui, connaître la nature, c'est la considérer comme un objet extérieur au sujet pensant, détaché de toute connotation spirituelle ou éthique. C'est cette mise à distance qui entraîne un changement radical dans le rapport de l'homme à la nature.

24. Ceci empêche, selon nous, tout rapprochement entre les auteurs de ce courant et les partisans de la croissance zéro ou ceux de l'état stationnaire qui, comme nous le verrons, ont une vision fondamentalement anthropocentrée des relations homme/nature, contrairement à ce qu'avance Nordhaus (1992).

25. Elle est aussi unification de l'objet de la science. Corps célestes et monde sublunaire cessent d'être expliqués par des principes différents et relèvent désormais l'un comme l'autre de l'explication mécaniste.

26. Pour Descartes l'explication géométrique et mécaniste du monde s'arrête à l'âme humaine (mais pas au corps humain, parfaitement assimilable à une machine) et à Dieu. En revanche, pour Spinoza il n'y a aucune limite à l'explication par les lois de la raison.

Elle conduit à les opposer et produit une dépréciation de fait d'une nature, dont il n'est intéressant de connaître le fonctionnement géométrique et mécanique que dans la mesure où il est utile à l'homme. C'est le sens de la célèbre expression de Descartes dans le *Discours de la Méthode* par laquelle il assigne à la connaissance l'objectif de rendre les hommes « maîtres et possesseurs de la nature »²⁷.

Avec la découverte par Newton en 1687 de l'attraction universelle, naît la mécanique newtonienne, ou mécanique rationnelle, dont le paradigme va dominer l'ensemble de la science jusqu'au XIX^e siècle. Dès lors, le projet cartésien consistant à ne plus subir aveuglément les lois imposées par la nature, mais à tenter de les comprendre, va s'organiser autour d'une loi unique, la loi de gravitation universelle, censée organiser l'univers entier, du monde de l'inanimé à celui du vivant, et en assurer l'équilibre. Selon celle-ci, il n'existe pour l'ensemble de l'univers qu'une seule trajectoire, répétitive, réversible et déterminée à l'avance. L'autorégulation de cet univers est totale, sa stabilité aussi. Même s'il subit en un point quelconque une perturbation momentanée, il retourne immédiatement et fatalement à l'équilibre. Sa position, comme paradoxalement son mouvement, sont figés pour toujours. Il s'agit en fait d'un modèle statique supposant la réversibilité du temps et excluant toute possibilité d'évolution²⁸. Laplace soulignait encore au début du XIX^e siècle, pour caractériser la présentation de l'univers contenue dans les *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* de Newton, que le « vrai système du monde » est celui d'une horloge. Le temps que mesure cette horloge est le même que celui de l'univers. Ce n'est pas un temps historique, c'est un temps mécanique; autant dire rien d'autre qu'un déroulement spatial, un « ordre de déroulement des événements ». On peut d'ailleurs rappeler la célèbre définition qu'en donne Newton : « le temps absolu, vrai et mathématique, en lui-même et de sa propre nature, coule uniformément sans relation à rien d'extérieur, et d'un autre nom appelé durée²⁹. » Même si pour nous l'horloge semble bien être le symbole du temps qui passe, remarquons toutefois que son aiguille ne fait que parcourir un espace — le cadran — qui se referme sur lui-même (Faber, Niemes, Stephan, 1987; Vivien, 1991). Le temps est cyclique et nous sommes bien dans le temps de la réversibilité et de l'éternel retour³⁰.

L'influence de ce paradigme sur l'analyse économique classique puis néoclassique va conduire à une appréhension « économiciste » de la nature, dont on peut saisir toutes les conséquences au travers de l'analyse dominante de l'économie des ressources naturelles et de l'environnement.

27. Pour Spinoza, par contre, il est aussi vain de vouloir dominer la nature que de vouloir lui obéir. Par là il s'oppose doublement au précepte de Francis Bacon : « On ne commande à la nature qu'en lui obéissant. »

28. « Les planètes, les astres parcourent éternellement les mêmes ellipses. Quand on connaît la position d'un astre et la loi de son mouvement, on peut dire où il était, où il sera à n'importe quelle date du passé ou de l'avenir. À chaque moment de l'histoire, un seul état du monde est possible. Le présent découle des états par lesquels ce monde est passé précédemment et les états par lesquels il passera dans l'avenir découlent entièrement du présent. Chaque instant contient donc toute l'éternité. » (Passet, 1986.)

29. Cité par Prigogine et Stengers (1979, p. 29).

30. Georgescu-Roegen (1979, p. 109) écrit à ce propos : « Il nous suffit d'observer que d'après l'épistémologie mécanique, l'univers n'est qu'un énorme système dynamique. Par conséquent il ne se déplace dans aucun sens particulier. Comme un pendule, il peut se déplacer tout aussi bien dans le sens opposé sans pour autant violer un quelconque principe de la mécanique. »

2.1. L'influence du paradigme mécaniste sur les fondements de l'analyse économique dominante

Ce paradigme mécaniste influence fortement les théories économiques contemporaines de sa suprématie. Celles-ci vont chercher à découvrir, sur le modèle newtonien, la loi gouvernant l'économie et à rendre ainsi autonome la sphère économique. Ce cheminement s'est fait en plusieurs étapes. Après s'être émancipée de la religion ou plus exactement du divin, l'économique a cherché à se soustraire au politique puis à la morale. L'indépendance par rapport au politique a trouvé ses fondements dans les travaux de Locke, qui, comme l'explique Dumont (1977, p. 82), a substitué «la primauté de la relation de l'homme aux choses [...] à la primauté des relations entre hommes». L'insoumission à la morale a pu se faire à la suite de la *Fable des abeilles* de Mandeville, pour qui l'individu n'avait pas à définir son comportement par rapport à la société mais seulement par rapport à son propre intérêt. L'économique est véritablement devenue autonome avec Smith, qui, grâce à la main invisible, métaphore désignant le marché, a doté l'économique d'un «ordre naturel» spécifique, détaché de ses dépendances antérieures vis-à-vis du divin, du politique et de la nature. Cette métaphore a permis à Smith et à ses successeurs d'isoler une série de principes fondamentaux régulant le comportement économique, de la même façon que la physique newtonienne avait fourni une série de principes expliquant le mouvement des planètes. Ces principes fondamentaux sont peu à peu devenus des hypothèses, implicites mais jamais remises en cause, expliquant de façon ultime le fonctionnement ou le dysfonctionnement de l'ensemble du système économique (Underwood et King, 1989).

Toutefois, si les classiques établissent une distinction entre ce qui appartient à la nature et ce qui revient à l'économique, biosphère et sphère économique ne sont pas pour autant indépendantes. En effet, comme nous le verrons dans la prochaine section, la première alimente la seconde, au sein de leur théorie de la production.

Vers le milieu du XIX^e siècle la mécanique newtonienne connaît un renouveau grâce à Hamilton, qui, dès 1834, avait complété le travail de Lagrange pour aboutir à une formule générale de maximisation³¹. C'est ce moment-là que choisit la pensée néoclassique pour adhérer explicitement et le plus totalement au paradigme newtonien³². Cette adhésion ne s'est jamais démentie et les exemples en sont nombreux. Walras par exemple affirmera en 1874 dans les *Éléments d'économie politique pure* : «le système économique se révèle dans toute sa splendeur et sa complexité, un système à la fois vaste et simple qui ressemble en beauté pure à l'univers astronomique.» En 1892, Fisher tente de quantifier l'utilité marginale : «Dans son enthousiasme pour la mécanique [...] Fisher prit la peine de bâtir un apparatus extrêmement compliqué, uniquement pour démontrer la nature purement mécanique du comportement du consommateur.» (Georgescu-Roegen, 1971, p. 1.) Dans une lettre adressée en 1897 à Fisher, Pareto écrit : «Ceux qui ne connaissent ni les mathématiques ni la mécanique traditionnelle ne peuvent comprendre le concept principal de mon

31. Hamilton veut créer une algèbre commune à la géométrie, à l'optique, à la mécanique et à d'autres branches de la physique. À la base de cette formalisation se trouvait le hamiltonien qui exprime l'énergie totale d'un système en fonction des positions x et des quantités de mouvement p de ses particules.

32. «Il y a dans l'histoire de la pensée économique un événement curieux : des années après que le dogme mécaniste eut perdu sa suprématie en physique et son emprise dans le monde philosophique, les fondateurs de l'école néoclassique se sont mis à ériger une science économique sur le modèle mécanique pour en faire, selon l'expression de Jevons, "la mécanique de l'utilité et de l'intérêt individuel".» (Georgescu-Roegen, 1979, p. 17.) Voir aussi Underwood et King (1989).

livre. Les discussions portant sur les termes ophélimité, entrepreneurs, capital, etc., sont exactement du même type que celles qu'on trouve au siècle dernier autour du terme force vive en mécanique³³.» En 1905, Jevons note : «La notion de valeur est à notre science ce que celle d'énergie est à la mécanique.» L'année suivante, Pareto publie son *Manuel d'économie politique*, dans lequel on peut lire des phrases comme : «La théorie de la science économique acquiert [...] la rigueur de la mécanique rationnelle» et «l'économie pure est une sorte de mécanique». Quelques années plus tard, Walras revient sur le même thème : «La science physico-mathématique des *Éléments* utilise précisément les mêmes formules que la mécanique rationnelle de l'équilibre du levier et des relations entre les corps célestes [...]. Aussi a-t-on déjà signalé [les connexions] des forces et des raretés comme vecteurs d'une part, et celles des énergies et des utilités comme quantités scalaires d'autre part.» (1909, p. 318.) En 1915, Slutsky publie un article fondamental pour la théorie néoclassique du consommateur, où l'on trouve les «conditions de Slutsky». Il s'agit en fait d'une explication des conditions d'intégrabilité d'un champ de force, déjà connues en physique. Rueff écrira encore en 1967 : «la dynamique est la partie de la mécanique qui étudie les mouvements dans leurs rapports avec les influences qui les provoquent [...]. C'est à la même méthode d'explication que recourt la mécanique économique³⁴.»

La mécanique se trouve donc à la base de la conceptualisation et de la formalisation, non seulement de la micro-économie, mais également de la modélisation macroéconométrique. L'exemple du hamiltonien, au cœur de la formalisation néoclassique et transposé de la mécanique à l'économie en 1929 par Tinbergen, est à cet égard particulièrement éclairant (Laroui, 1993).

Une loi unique, celle de la mécanique, semble donc régir à la fois la nature économique et la nature physique des phénomènes. Toutefois, par rapport aux «visions naturicistes» de la section précédente, le retournement est total. Alors que, chez les physiocrates, l'économie devait se soumettre aux lois de l'univers, avec les néoclassiques, «l'économie va se replier sur elle-même et chercher à définir ses propres lois sans se préoccuper de celles de l'univers environnant, tant il va de soi que ses lois sont identiques» (Passet, 1979). L'économie est devenue unidimensionnelle et sa démarche totalement réductionniste. Cette fois, les régulations naturelles ont perdu leur autonomie et même leur existence³⁵.

Le marché apparaît alors non seulement comme le mécanisme de régulation économique, mais aussi comme le mécanisme de régulation sociale et bientôt comme le mécanisme de régulation de la nature. Il ne s'agit pas de l'accession de la société à la

33. Pareto (1896 p. 298) écrit encore : «Portons ensemble notre attention sur l'homme lui-même, dépouillons-le d'un grand nombre d'attributs, négligeons ses passions, bonnes ou mauvaises, réduisons-le, enfin, à une sorte de molécule qui ne cède qu'à l'action des forces de l'ophélimité. Nous avons ainsi une science qui ressemble entièrement à la mécanique rationnelle. C'est l'économie pure.»

34. Rueff (1967a, p. 17-18). Cf. aussi Rueff (1967b, p. 69) : «Quand on s'élève au monde macroscopique, le caractère discontinu des phénomènes individuels disparaît : noyé pour ainsi dire dans la statistique. Les descriptions complémentaires et en quelque sorte réconciliables, par corpuscule et par ordre, par localisation spatio-temporelle et par état dynamique viennent se rejoindre et se fondre dans les moules harmonieux de la physique classique.»

35. «Réduire en effet à leur seule dimension monétaire et ramener aux limites de la sphère économique des phénomènes externes au marché, tels que dérèglement de mécanismes naturels, épuisement des ressources ou pollutions, ce n'est pas ouvrir l'économie sur ses environnements mais soumettre ces derniers à une logique qui n'est pas la leur. Il s'agit d'un réductionnisme, attitude que l'on peut caractériser par la prétention à réduire la logique d'ensemble à celle de ses composantes : la matière ou le social à l'économique, l'économique à une simple addition de comportements individuels.» (Passet, 1984.)

dimension économique, mais plutôt de la réduction de la totalité de la société, et même de la nature, à l'économique.

2.2. Conséquences du paradigme mécaniste sur les analyses néoclassiques des ressources naturelles et de l'environnement

Cette vision mécaniste du monde entraîne un certain nombre de conséquences auxquelles les analyses néoclassiques des ressources naturelles et de l'environnement vont tenter d'échapper par divers artifices, afin de répondre aux défis que représentent les quatre caractéristiques actuelles des problèmes d'environnement, à savoir la multidimensionalité, la dimension éthique, l'irréversibilité et l'incertitude.

2.2.1. L'évacuation des contraintes écologiques absolues

On a vu précédemment que l'approche néoclassique pose la souveraineté de la sphère économique à travers le rôle régulateur du marché. Dans ces conditions, la plupart des économistes abordant l'environnement et les ressources naturelles dans la tradition néoclassique, n'ont cessé de restaurer la confiance dans les mécanismes de marché afin d'assurer le meilleur usage possible de ces ressources et de ces biens d'environnement, à l'instar de ce qui se passe pour les autres biens et services. Le marché, à travers les changements de prix relatifs, fournit en effet un guide approprié pour l'allocation optimale des biens et services environnementaux.

La crainte de l'épuisement de ressources naturelles dotées d'un prix de marché (énergies fossiles, matières minérales) disparaîtrait si on laissait jouer sans aucune intervention les mécanismes de marché. À mesure que les prix s'élèveraient, il y aurait stimulation à la fois des stratégies d'exploration et des recherches technologiques. Ces dernières permettraient non seulement la substitution entre ressources mais aussi l'accroissement de l'efficacité de ces dernières, c'est-à-dire une diminution de leur gaspillage. Ce point de vue a engendré une théorie économique de l'exploitation optimale des ressources naturelles qui détermine une trajectoire optimale d'épuisement des ressources et permet la poursuite de la croissance économique en dépit de l'épuisement de certaines ressources naturelles (voir deuxième partie, chapitre 3 : La théorie des ressources épuisables).

Quant aux problèmes de pollution, ils disparaîtraient, à l'instar du gaspillage de certaines ressources naturelles, si l'on créait un double marché, d'une part pour les services d'absorption des polluants rendus par l'environnement, et d'autre part pour les ressources naturelles actuellement libres. On considère ici que les problèmes d'environnement proviennent du fait que beaucoup de biens et services environnementaux sont gratuits. Les exemples de la purification naturelle de l'eau, des fonctions protectrices des marais côtiers, de la diversité biologique dans une forêt tropicale, ou encore de la fonction protectrice de la couche d'ozone relèvent de cette catégorie. L'analyse économique élémentaire du marché nous enseigne en effet qu'en raison de la loi de l'offre et de la demande, un bien à prix nul fera l'objet d'une demande plus forte que s'il avait un prix positif. La figure 1.1 ci-après montre la demande D de services naturels de l'environnement. Si ces services avaient un prix, la demande serait d'autant plus élevée que ce prix serait bas. L'offre, quant à elle, est en général supposée fixe. Elle est représentée par la droite d'offre verticale S . S'il y avait un marché pour ces services d'environnement, le prix s'établirait à P^* — le prix d'équilibre — et le montant des services de l'environnement utilisés serait Q^* . Mais en fait, l'absence de marché pour ces services d'environnement, signifie que le prix est zéro et la quantité

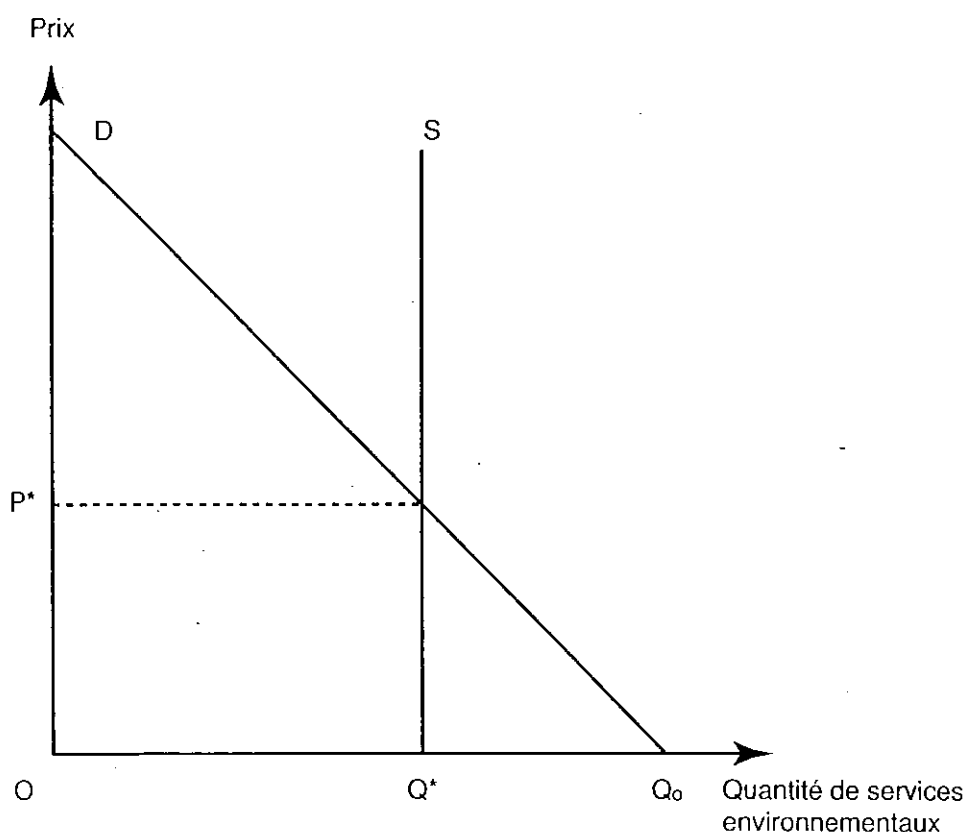


FIG. 1.1 — Problèmes d'environnement résultant de l'absence de marché

consommée Q_0 . On consomme alors « trop » de services d'environnement. Même au prix P^* , rien n'assure que l'environnement ne soit pas dégradé.

Or le danger ici est que, si la demande croît, elle dépasse la capacité des biens et services environnementaux à la satisfaire. En d'autres termes, il peut y avoir surexploitation des ressources ou des capacités d'absorption de la biosphère. Par exemple, tant que l'on a traité la couche d'ozone comme une ressource à prix nul, il n'y a jamais eu d'incitation à la protéger.

La solution est alors de donner un prix à ces biens et services environnementaux, ce qui peut être fait par différentes méthodes, ou de trouver des procédures sociales telles que le principe dit « pollueur-payeur » permettant d'évaluer monétairement le coût de la surexploitation de certaines ressources naturelles ou celui de la pollution. De là découle toute la problématique de l'évaluation des biens et services environnementaux ainsi que celle de l'« internalisation des effets externes » aboutissant à la réalisation d'un optimum de pollution égalisant le coût social marginal du dommage et le coût marginal de réduction de la pollution (voir troisième partie, chapitres 6, 7, 8).

Une telle perspective revient en fait à considérer que les contraintes écologiques sur l'économie ne sont jamais absolues. Elle relève donc d'une vision fondamentalement optimiste quant aux possibilités de progrès technique et de substitution (Costanza, 1989). Elle évacue tout risque pour l'environnement naturel de contraindre durablement la sphère économique. La croissance peut dès lors se poursuivre indéfiniment (Beckerman, 1972a).

2.2.2. Une éthique fondamentalement anthropocentrique, utilitariste et « présentiste »

Dans ses fondements mêmes, l'approche économique dominante s'affranchit de toute préoccupation morale ou éthique. La leçon de Smith, selon laquelle la poursuite de l'intérêt individuel conduit automatiquement à l'intérêt général, suffit. Le monde est conçu comme un ensemble atomistique d'acheteurs et de vendeurs, tous de type *homo æconomicus*, engagés dans un comportement égoïste pour améliorer leur bien-être individuel. Ce faisant, chacun est « conduit par une main invisible à remplir une fin qui n'entre nullement dans ses intentions » (Smith, 1776, vol. 2, p. 43), cette fin étant le bien-être général.

Les problèmes ont commencé à surgir lorsque il s'est agi de démontrer rigoureusement l'affirmation de Smith. Cela a été l'objectif que s'est assigné la théorie du bien-être (*welfare economics*), version normative de la théorie néoclassique. Cette théorie, dont les initiateurs furent Pareto au début du XX^e siècle et Pigou dans les années vingt, constitue le cadre analytique dans lequel les économistes néoclassiques de l'environnement ont développé la notion d'externalité. Les deux premiers théorèmes fondamentaux de l'économie du bien-être établissent, respectivement, l'optimalité parétienne de l'équilibre concurrentiel et la possibilité d'atteindre toute répartition optimale désirée à l'aide du mécanisme de marché complété par des transferts adéquats. En revanche, le troisième, ou théorème d'Arrow (1963), montre l'impossibilité pour une fonction de bien-être social correctement définie³⁶ de remplir à la fois les conditions d'optimalité parétienne, d'universalité, de neutralité-indépendance-monotonicité et d'absence de dictature. On voit là encore la théorie néoclassique buter sur les considérations de justice et d'éthique : s'il est possible de démontrer que concurrence et optimum sont bien liés, les jugements sur la répartition et les procédures de choix entre ces répartitions donnent lieu à des impossibilités ou à des paradoxes (voir troisième partie, chapitre 5).

L'analyse coût-avantage, outil d'aide à la décision privilégié par l'analyse économique dominante de l'environnement, s'inscrit également dans cette perspective néoclassique. Le fondement utilitariste de cette analyse lui permet de tenter une comparaison des gains et des pertes. Cette version de l'utilitarisme implique que chaque individu maximise sa propre utilité, ce qui conduit (sous certaines conditions restrictives sur lesquelles nous reviendrons ultérieurement) au maximum de bien-être pour la totalité du système économique, à distributions de revenu et de richesse données. L'objectif « éthique » consiste en dernière analyse à maximiser l'utilité totale nette en ignorant la signification de la distribution résultant des gains et des pertes, c'est-à-dire sans se préoccuper de savoir qui supporte les coûts ou bénéficie des avantages. En fait, on le voit, toute considération d'équité est absente. L'environnement est considéré comme une collection de biens et services ayant une valeur « instrumentale » pour les hommes. Ceci signifie que les biens et services environnementaux n'ont de valeur que du fait de leur utilisation, directe ou indirecte, par l'homme. C'est pourquoi l'approche économique conventionnelle des ressources naturelles et de l'environnement est à la fois utilitariste et anthropocentrique.

Lorsqu'il s'agit de donner une valeur aux biens et services environnementaux libres, celle-ci doit être mesurée à l'aide des préférences individuelles. Les individus sont censés exprimer ces préférences en livrant les évaluations de leur consentement à payer des biens et services environnementaux sur un marché effectif ou fictif. La valeur d'un bien ou service environnemental n'est alors fonction que de l'usage effectif et direct qui en est fait par

36. C'est-à-dire consistant en une transformation des relations de préférence individuelles en une relation de préférence sociale complète et transitive.

l'individu. Toutefois, la notion de valeur d'option (Weisbrod, 1964), exprimant le consentement à payer d'un individu pour son utilisation éventuelle de l'environnement dans le futur, est ajoutée à la valeur d'usage directe par un certain nombre d'auteurs de l'économie conventionnelle de l'environnement. Précisons d'ores et déjà que l'introduction de cette valeur ne fait pas l'unanimité au sein de l'école néoclassique (Favereau, 1991). Si l'intégration de la valeur d'option affaiblit l'hypothèse de « forte » préférence pour le présent, sous-jacente à l'éthique utilitariste, elle ne favorise pas pour autant l'apparition d'une éthique altruiste intra- ou intergénérationnelle. La valeur d'option, en effet, n'est liée qu'à l'usage futur de l'individu en question, et en aucune façon à l'usage potentiel des générations suivantes ou d'un autre individu. La reconnaissance pour des biens et services environnementaux de valeurs de non-usage, altruistes envers des humains (valeur de legs, valeur d'existence) et encore davantage envers les non-humains (valeur intrinsèque) constitue un point de rupture important entre les auteurs les plus influencés par le paradigme mécaniste et ceux ayant intégré les enseignements des paradigmes thermodynamiques ou biologiques (Shechter et Freeman, 1993) (voir troisième partie, chapitre 6).

L'approche standard de l'économie des ressources naturelles et de l'environnement considère en général qu'il est impossible de connaître les préférences des individus appartenant aux générations futures (Toman, 1993). C'est la raison pour laquelle on ne se préoccupe de ces dernières ni dans l'évaluation des biens et services environnementaux, ni dans la procédure d'actualisation à laquelle l'analyse économique des ressources naturelles et de l'environnement a fréquemment recours. En utilisant normalement un taux d'actualisation positif, elle atteste la préférence nette pour le présent des agents économiques. Cette procédure est d'ailleurs appliquée sans tenir compte de la durée de vie du projet de gestion environnemental ou de la distribution des coûts et des bénéfices au cours du temps. Ceci implique que les coûts et bénéfices futurs aient un poids plus faible que les coûts et bénéfices présents, ce que justifie une fois encore la vision technocentrique et optimiste vis-à-vis des possibilités de progrès technique ou de substitution. Cette position favorise en définitive une interprétation éthique de la croissance économique, cette dernière étant censée fournir des bénéfices matériels accroissant le choix et la satisfaction du consommateur et donc le bien-être humain. Il en résulte que les générations futures seront supposées plus riches et plus capables de répondre à la détérioration des biens et services environnementaux qu'elles hériteront des activités économiques antérieures de leurs ancêtres. Toute véritable préoccupation d'équité intergénérationnelle semble donc absente. Certains philosophes utilitaristes ont même souligné que les générations futures pourraient ne pas exister du tout, ce qui leur permet de conclure que la génération présente n'a aucune obligation envers la génération suivante (Turner, 1991).

Toutefois, il a souvent été remarqué, en particulier dans le cadre de la problématique du développement soutenable, que l'extension de l'argument d'impatience (c'est-à-dire la préférence nette pour le présent) à la dimension intergénérationnelle donne à la génération présente une influence tutélaire sur les générations futures qui semble, intuitivement, contestable d'un point de vue éthique (Page, 1977, 1983, 1988; Norton, 1982, 1984; Kneese et Schulze, 1985). De nombreux auteurs se situant dans la pure tradition néoclassique ont cherché des alternatives à ce que l'on peut appeler le « présentisme » et ont tenté d'intégrer l'idée d'obligation des générations présentes envers les générations futures. Les fondements éthiques de la théorie néoclassique de l'environnement se sont alors enrichis de la philosophie contractualiste de Rawls (1971). Le critère de justice de Rawls est celui du « maximin », consistant à maximiser l'utilité de la catégorie de la population la moins favorisée. Une telle

règle suppose que les individus sont recouverts par un « voile d'ignorance » concernant leur position respective dans la société. La variante intergénérationnelle de la règle de Rawls étend le « voile de l'ignorance » à un contexte intertemporel dans lequel chaque génération ignore la période dans laquelle elle se situe. La théorie de la justice de Rawls est invoquée comme fondement moral de la règle de soutenabilité du développement, selon laquelle les générations futures doivent avoir accès au même niveau de bien-être que les générations actuelles malgré la décroissance du stock de capital naturel (Méral, 1995). Il suffit alors de respecter la règle de Hartwick (1977, 1978a, 1978b), qui établit que les rentes issues de l'exploitation d'une ressource naturelle doivent être investies dans des actifs reproductibles capables de se substituer aux inputs en ressources naturelles dans la fonction de production. Dans ces conditions, le critère ultime d'équité intra- et intergénérationnelle réside dans le maintien constant au cours du temps d'un stock global de capital. Toute la question est de savoir ce que l'on entend par stock global de capital. En effet, la version la plus faible de la soutenabilité, comme le fait remarquer Turner (1993), considère la constance de l'ensemble du capital technologique, humain et naturel, alors qu'une version plus forte pose cette condition sur le seul capital naturel. Cette divergence constitue une importante ligne de clivage supplémentaire entre les approches influencées par le paradigme mécaniste et les autres. Les premiers penchent pour le maintien constant du stock global de capital au cours du temps, ce qui permet de conserver une vision optimiste en recourant aux hypothèses de substituabilité entre éléments constitutifs du stock global de capital et/ou de progrès technique³⁷. Les seconds, nous le verrons, apportent, selon les écoles, des nuances à cet optimisme et optent plutôt pour le maintien constant du stock de capital naturel (voir quatrième partie).

L'éthique liée à la théorie économique dominante des ressources naturelles et de l'environnement, fondamentalement utilitariste et anthropocentrique, reste marquée par le « présentisme ». En effet, lorsqu'elle introduit une obligation morale des générations présentes envers les générations futures (ou même à l'intérieur d'une même génération) en intégrant le critère rawlsien de justice, elle ne le fait que de façon purement formelle puisque, par le biais du marché ou des possibilités de substitution et de progrès technique, des compensations sont toujours possibles.

2.2.3. La brièveté, la contraction et la réversibilité du temps

Ce traitement éthique de l'intergénérationnel a un impact sur la façon dont les économistes des ressources naturelles et de l'environnement de tradition néoclassique abordent le temps.

Le « présentisme » implique un temps « bref et contracté » qui va entrer en conflit avec le temps de la biosphère. Il est bref parce que l'horizon prévisionnel est limité par la durée de vie de l'individu. Il est contracté en raison de la dépréciation du futur qui transparaît notamment à travers les méthodes d'actualisation (Benhaïm, 1993 ; Norgaard et Howarth, 1991). Cela explique pourquoi dix ans constituent la durée d'une prévision économique longue et trente ans celle d'une anticipation ultra-longue (Costanza, 1991b). Par ailleurs, l'optimisme de ces approches revient à évacuer toute irréversibilité liée aux phénomènes d'environnement. D'ailleurs, comme le font remarquer Godard et Salles (1991, p. 240-241), le débat

37. En d'autres termes et en prenant l'exemple des CFC et de la couche d'ozone, la génération présente peut continuer à émettre des CFC jusqu'à la disparition totale de la couche d'ozone, à condition qu'elle investisse suffisamment dans la recherche pour permettre aux générations futures, qui n'auront plus de couche d'ozone, de posséder un bouclier artificiel au dessus de la planète empêchant la diffusion des UV !

autour de la valeur d'option a opéré «le glissement d'une problématique de l'irréversibilité absolue, telle la destruction d'un site unique, à une problématique de la réversibilité coûteuse dans un contexte marchand».

Or, cette évacuation de l'irréversibilité, on le sait, est au cœur même du paradigme mécanique et des fondements de la pensée néoclassique. Il serait difficile de trouver une meilleure application économique de la réversibilité du temps propre à la mécanique newtonienne que la conception walrasienne de l'équilibrage des marchés par les prix³⁸. Le modèle d'équilibre général de Walras est un modèle d'économie pure volontairement a-historique. L'accent y est mis sur la détermination des prix d'équilibre par un ensemble d'offres et de demandes simultanées dans une économie a-monnaire régulée par un commissaire priseur. Prix et quantité résultent d'un équilibre intertemporel. Les acteurs économiques ont pour but l'optimisation de leurs décisions de production ou de consommation en fonction d'un échéancier dans lequel passé et futur sont connus, ce qui implique un rôle symétrique du temps, c'est-à-dire sa réversibilité totale. Quant à l'irréversibilité qui aurait été introduite par Debreu (1959), elle ne peut pas être considérée en tant que telle. Debreu montre que si tous les agents partagent les mêmes anticipations quant au futur et s'ils fondent leurs décisions sur une moyenne, alors il existe un équilibre ne remettant pas en cause la réversibilité du temps. La symétrie en effet n'est plus celle d'un passé (unique) avec un avenir (unique), mais celle du passé (considéré comme une réalisation moyenne) avec la moyenne des futurs possibles. Il émane bien de ce cadre d'analyse une totale réversibilité au sein de laquelle le temps historique est absent (Robinson, 1980). Le renversement du sens de variation d'une quelconque variable exogène permet un retour sans coût à l'équilibre antérieur.

Ajoutons que les approches dites dynamiques s'appuyant sur les *Fondements de l'analyse économique* de Samuelson (1947) et fréquemment utilisées en théorie économique des ressources et de l'environnement (Siebert, 1981, 1987; Stiglitz, 1974) s'inspirent fortement elles aussi de la dynamique classique des systèmes mécaniques. Or, «la dynamique classique est fondamentalement "a-historique". La connaissance des conditions initiales suffit pour déduire de lois dynamiques données tout l'enchaînement des états futurs du système. L'histoire et le futur de n'importe quelle trajectoire sont entièrement spécifiés. De plus, de petits changements dans les conditions initiales provoquent de petites différences non cumulatives dans les trajectoires correspondantes des variables d'état, si bien que les trajectoires restent proches les unes des autres» (Dosi et Metcalfe, 1991, p. 40)³⁹. Ce traitement réversible du temps, où aucune place n'est laissée à l'incertitude et à l'imprévisibilité, se trouve aussi au cœur des modèles traditionnels de croissance (Badhuri, 1985)⁴⁰. Dans le modèle de Solow (1956), qui constitue la référence en la matière, les hypothèses qui rendent possible la croissance à long terme ne font dépendre celle-ci que de la démographie et du progrès technique, ce qui conduit à une vision optimiste de l'équilibrage automatique des processus

38. «Il est aisé d'établir une correspondance entre la mécanique rationnelle et la construction walrasienne : l'absence de frictions et la non pertinence de l'histoire du système constituent deux hypothèses centrales qui reviennent à postuler une parfaite réversibilité de l'équilibre. Le renversement du sens de variation d'une quelconque variable exogène permet sans coût un retour à l'équilibre antérieur.» (Boyer, Chavance, Godard, 1991, p. 12.)

39. Nous verrons dans la quatrième section que ce n'est que depuis environ deux décennies, grâce à l'influence du paradigme du vivant sur la pensée économique, que l'on a vu apparaître des modèles dynamiques traitant de l'irréversibilité.

40. Nous verrons au cours de la section suivante comment dans les années 1980 les théories de la croissance ont été affectées par la thématique de l'irréversibilité, fondamentale en économie des ressources naturelles et de l'environnement.

économiques. Ceci fait dire à Boyer, Chavance, Godard (1991, p. 16) que « dans les théories de la croissance, la possibilité de la croissance à long terme, au-delà des déséquilibres de court terme, va de pair avec la parfaite réversibilité des trajectoires suivies ». Or, les modèles de développement soutenable proposés par l'approche néoclassique standard, qui sont d'ailleurs qualifiés par leurs auteurs eux-mêmes de modèles de « croissance soutenable », s'inscrivent dans cette lignée, à ceci près qu'ils intègrent un facteur de production supplémentaire, le facteur capital naturel (Nordhaus, 1992) (voir quatrième partie).

Au total, on peut dire que dans le pur courant de l'économie néoclassique des ressources naturelles et de l'environnement, l'irréversibilité est « neutralisée par le marché » ou plus exactement évacuée.

2.2.4. Une hypothèse de rationalité substantielle

En 1881, Edgeworth écrit : « La "Mécanique sociale" pourrait bien un jour prendre place aux côtés de la "Mécanique céleste", chacune trônant sur un principe de maximisation. » De la même façon, Tinbergen, père de la modélisation macroéconométrique, s'inspirant de la mécanique dynamique, affirme en 1929 que tous les problèmes économiques peuvent être ramenés à une maximisation sous contrainte (Laroui, 1993).

Arrow (1974) souligne, quant à lui, que l'approche néoclassique peut être caractérisée par deux traits :

- une coordination des comportements individuels par le biais du marché ;
- des comportements individuels en matière de prise de décision dont la rationalité se limite à l'optimisation.

Or, ces deux caractéristiques se retrouvent au cœur même des approches de l'économie des ressources naturelles et de l'environnement se situant dans la plus pure tradition néoclassique. Nous ne reviendrons pas sur la première caractéristique que nous avons déjà longuement évoquée. Nous nous attarderons davantage sur la seconde.

Dans le cadre conceptuel de l'analyse économique conventionnelle, l'hypothèse de rationalité individuelle s'identifie, on le sait, à la maximisation sous contrainte d'une fonction-objectif. Ceci n'est pas autre chose que ce que Simon (1976) a appelé la rationalité substantielle, qui met au premier plan la recherche de la meilleure solution par le biais d'une optimisation sous contrainte. Or, les solutions issues de l'économie conventionnelle de l'environnement et des ressources naturelles sont en général des optima et même des optima de premier rang. D'une part, comme nous l'avons expliqué, aucune véritable contrainte exprimant des exigences de reproduction écologique ou d'altruisme (équité intra- et intergénérationnelle) n'est posée. D'autre part, les agents sont supposés détenir une information parfaite en matière de prise de décision. En effet, aucune place n'est laissée à l'incertitude non probabilisable, en particulier parce que toute irréversibilité est absente. D'ailleurs la valeur d'option est appréhendée par certains membres de ce courant comme une prime contre le risque (Cicchetti et Freeman, 1971). Or, le risque, contrairement à l'incertitude, est justement probabilisable. Dès lors est exclu tout type de contrainte interne ou externe ne relevant pas de la « nature des choses »⁴¹. Aucun autre objectif hormis celui de la maximisation

41. On dit que les contraintes sont « dans la nature des choses » si elles consistent en relations définitionnelles, en égalités comptables, en relations dynamiques définissant le taux de variation d'une variable. L'optimum résultant de la maximisation de la fonction-objectif sous de telles contraintes vérifiera alors les conditions marginales (égalité des taux marginaux de substitution entre biens et des multiplicateurs de Lagrange) et l'optimum sera un optimum de premier rang.

de l'utilité ou du profit, dans une perspective micro-économique, et celui de la croissance économique, dans une approche macroéconomique, n'est concevable. Il s'agit alors d'une appréhension des questions d'environnement et de ressources naturelles que l'on peut qualifier d'«économiste» (Faucheux, Froger, Noël, 1993).

3. L'UNIVERS DE LA THERMODYNAMIQUE : LA DÉCOUVERTE DE CONTRAINTES ÉCOLOGIQUES ABSOLUES

Les relations entre nature et économie ont trouvé un troisième type d'interprétation avec le développement puis l'application de ce que l'on a pu appeler le paradigme thermodynamique. La révolution scientifique qu'a apportée la thermodynamique peut à juste titre apparaître comme une conséquence de la révolution industrielle qu'a connue l'Europe à la fin du XVIII^e siècle et dans la première moitié du XIX^e siècle. Outre les deux lois qui gouvernent les aspects énergétiques de la réalité physique, la thermodynamique apporte avec la notion d'entropie un renouvellement conceptuel susceptible d'application en dehors du domaine de la physique, en particulier toutes les fois qu'existe une dimension physique ou énergétique au sein des questions économiques. Ce paradigme thermodynamique a une influence sur l'ensemble des courants actuels de l'économie de l'environnement et de ressources naturelles.

3.1. Le paradigme thermodynamique classique : l'irréversibilité entropique

La révolution industrielle, et c'est d'ailleurs ce qui fait sa singularité⁴², a marqué un profond bouleversement des rapports entre l'homme et la nature. Elle s'est traduite en effet, non seulement par l'apparition et la généralisation de la machine à vapeur permettant le développement d'une production industrielle mécanisée, mais plus profondément peut-être encore, par une rupture de la dynamique énergétique occidentale : le passage des énergies «froides», principalement de l'énergie hydraulique, aux énergies «chaudes», dispensées par les machines thermiques.

Sur le plan de l'économie énergétique, la principale conséquence en est le passage à l'utilisation de l'énergie fossile à la place des énergies renouvelables directement disponibles (énergie humaine ou animale, eau, vent). Certes, des activités industrielles fondamentales pour le développement de la révolution industrielle, comme la sidérurgie, ont continué dans de nombreux cas à faire appel à des ressources énergétiques renouvelables telles que la biomasse (sous la forme par exemple de l'utilisation du bois dans les hauts fourneaux), mais il est rapidement devenu évident que l'usage, et surtout la généralisation, de la machine à vapeur requerraient une énergie plus concentrée qui ne pouvait être fournie que par le charbon, une ressource énergétique fossile. Il en sera de même, avec le pétrole, lors du développement des moteurs à combustion interne et de leur application au transport.

Le rapport de l'homme à la nature, dominé depuis les XVII^e et surtout XVIII^e siècles par le modèle de la production agricole, se transforme en un rapport de prédation : au lieu de recueillir les fruits de la terre à sa surface, on en creuse le sous-sol.

42. À ce titre, elle ne constitue pas un concept extrapolable et utilisable à propos de toute modification technologique, ce qui invalide les théories du développement économique à la Rostow fondées sur l'existence des révolutions industrielles.

En cela le rapport de dépendance des activités humaines, économiques, change aussi : on passe d'une dépendance vis-à-vis des *flux* courants issus du soleil⁴³ à une dépendance vis-à-vis des *stocks* emmagasinés dans la terre. On quitte une énergie solaire pratiquement infinie dans sa dimension de *stock* mais limitée dans sa quantité disponible par unité de temps, c'est-à-dire dans sa dimension de *flux*, pour une énergie fossile strictement limitée dans le montant de son *stock* accumulé antérieurement mais relativement illimitée dans ses *flux* disponibles à court terme, dans la mesure où c'est nous qui en choisissons le rythme d'exploitation. Autrement dit, si l'on ne sait pas utiliser aujourd'hui les flux solaires de demain, on peut toujours utiliser dès maintenant le charbon, le pétrole, les ressources minérales du futur.

3.1.1. La loi de l'entropie

Sur le plan de la théorie scientifique, la révolution apportée par l'arrivée de la machine à feu ne sera pas moins grande. Dès 1824 Sadi Carnot est l'un des premiers, sans doute, à être persuadé du nécessaire renouvellement de la physique qu'appelle le passage aux énergies «chaudes». L'universalité de la mécanique rationnelle est, selon lui, battue en brèche par les principes gouvernant les machines à feu, dans la mesure où le fonctionnement théorique de celles-ci ne peut être décrit à l'aide des seuls concepts de la mécanique. Il devient donc nécessaire de construire une nouvelle théorie physique capable de rendre compte de tels phénomènes : ce sera la thermodynamique. On lit ainsi dans les *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance* de Carnot (1824) : «Les machines qui ne reçoivent pas leur mouvement de la chaleur, celles qui ont pour moteur la force des hommes ou des animaux, une chute d'eau, un courant d'air, etc., peuvent être étudiées jusque dans leurs moindres détails par la théorie mécanique. Tous les cas sont prévus, tous les mouvements imaginables sont soumis à des principes généraux solidement établis et applicables en toute circonstance. C'est là le caractère d'une théorie complète. Une semblable théorie manque évidemment pour les machines à feu. On ne la possédera que lorsque les lois de la physique seront assez étendues, assez généralisées, pour faire connaître à l'avance tous les effets de la chaleur agissant d'une manière déterminée sur un corps quelconque.»

Carnot va donner, de façon encore timide et incomplète, à propos du fonctionnement des machines à vapeur, une expression de ce qui deviendra par la suite le deuxième principe de la thermodynamique, à savoir la loi d'entropie. Ce résultat, connu dans l'histoire des sciences sous le nom de principe de Carnot, peut s'exprimer ainsi⁴⁴ (Vivien, 1991) : «Toute production de travail a pour condition initiale l'existence dans une machine d'un différentiel de température, de deux pôles thermiques – une “source” chaude et une “source” froide entre lesquels s'effectue la circulation de la chaleur. Cette circulation a pour conséquence finale l'élimination de ce différentiel de température, de ce déséquilibre thermique, et l'instauration d'une égalité thermique entre les deux pôles. À ce stade du processus, toute nouvelle circulation de chaleur qui serait susceptible de produire du travail est devenue impossible.» Clausius, qui donnera en 1865 son nom définitif de loi d'entropie à ce principe, le résumera ainsi : «La chaleur ne peut pas passer d'elle-même d'un corps plus froid à un corps plus chaud.» (Clausius, 1888.) Il s'ensuit, si l'on généralise aux autres formes

43. Avec le risque subséquent d'intempéries et donc de mauvaises récoltes.

44. Il s'agit d'une réécriture «moderne» du principe de Carnot qui présente l'avantage d'éliminer, contrairement à l'énoncé original de Carnot, toute référence au «calorique», flux matériel dont on croyait le transport à l'origine du mouvement.

d'énergie, que dans un système clos, toute l'énergie libre se dissipe, c'est-à-dire se transforme en énergie latente⁴⁵. La loi d'entropie dispose donc que dans un système fermé⁴⁶ toute l'énergie libre finit par se dissiper, c'est-à-dire se transforme entièrement en énergie latente. On atteint alors l'entropie maximum du système, qui représente la situation dans laquelle toute évolution, et notamment tout travail, est désormais impossible.

Plus généralement, l'entropie apparaît comme un indicateur de la quantité d'énergie inutilisable contenue dans un système thermodynamique donné à un moment donné de son évolution. La notion de rendement énergétique qu'implique le principe de Carnot change radicalement les rapports qu'entretiennent la théorie physique de la nature et l'activité pratique de l'homme. Désormais, comme l'écrivent Prigogine et Stengers (1979), «la science nouvelle ne prétend plus décrire une idéalisation mais la nature elle-même, y compris les "pertes". D'où ce nouveau problème, où l'irréversibilité fait irruption en physique». En effet, et c'est bien là la rupture majeure avec la mécanique rationnelle qu'appelait de ses vœux Carnot, chaque fois qu'il y a rupture par l'action du feu de l'équilibre thermique d'un système fermé, il y a développement d'un processus irréversible. Ce caractère irréversible du processus thermodynamique que manifeste la loi d'entropie est, selon Georgescu-Roegen (1971), tout à fait singulier parmi les lois de la nature, puisque c'est la seule loi du domaine physique qui reconnaisse que l'univers énergétique est soumis à un changement qualitatif⁴⁷ et irréversible.

La thermodynamique a également bouleversé l'image de l'univers. À celle d'un univers de type horloger hérité de Newton va succéder l'image du moteur : le soleil reste au centre de la composition mais il devient lui-même une machine à feu. C'est l'esquisse d'une énergétique cosmique élaborée à partir de la thermodynamique, qui ne vise par là rien moins qu'à atteindre le même degré de généralité dans l'explication du monde que la mécanique céleste newtonienne, et dont les implications sont dévastatrices pour cette dernière : si l'univers est une machine thermique assujettie à la loi d'entropie, alors il a une histoire, un commencement et une fin. Et de fait, le thème de la mort thermique de l'univers, lancé par Thomson en 1852, va beaucoup agiter les esprits à la fin du XIX^e siècle.

3.1.2. Une nouvelle perspective sur les relations entre économie, ressources naturelles et environnement

Curieusement, l'économie néoclassique naissante gardera les yeux fixés, nous l'avons vu, sur la mécanique rationnelle, qu'elle tentera d'égaliser, et ne tiendra pas compte du renouvellement théorique apparu en physique avec le paradigme thermodynamique. Marx et Engels manifesteront davantage d'intérêt pour la nouvelle discipline, même s'ils n'adhèrent pas à toutes ses conclusions. Engels en particulier montre dans *Dialectique de la nature* (1925) sa connaissance de la loi d'entropie : «La question de savoir ce qui advient de la chaleur apparemment perdue

45. L'énergie libre ou énergie disponible d'un système est celle qui peut être transformée en travail mécanique. L'énergie latente ou énergie liée d'un système est elle qui est devenue inutilisable pour un tel travail. On a là l'indication d'un changement «qualitatif» important au sein de la catégorie «énergie».

46. On verra ci-après ce qu'il en est des systèmes ouverts.

47. Cette dernière caractéristique amènera certains à rejeter la thermodynamique en dehors du domaine de la physique qui ne connaît que le quantitatif et même en dehors de la science, pour cause de métaphysique. Bergson (1941) pourrait cautionner une telle interprétation, lorsqu'après avoir rappelé que «la loi de la dégradation de l'énergie ne porte pas essentiellement sur des grandeurs», il ajoute qu'elle «est la plus métaphysique des lois de la physique, en ce qu'elle nous montre du doigt, sans symboles interposés, sans artifices de mesure, la direction vers où "marche le monde"».

n'est pour ainsi dire nettement posée que depuis 1867. [...] De quelque façon que se présente à nous le second principe de Clausius, il implique en tout cas que de l'énergie se perd, qualitativement sinon quantitativement. »

Toutefois, il faudra attendre des travaux plus contemporains s'attachant à l'économie de l'environnement pour trouver une influence explicite des lois de la thermodynamique sur l'analyse économique. Certains parlent d'ailleurs d'« école de la thermodynamique » (Victor, 1991a et b). On peut noter qu'il existe deux grands types d'analyse au sein de cette école. La première connue comme l'approche des « bilans matière-énergie » (Ayres et Kneese, 1969; Kneese, Ayres, d'Arge, 1970) est fondée uniquement sur le premier principe de la thermodynamique, d'ailleurs postérieur à Carnot, et dit loi de conservation de l'énergie. Cette dernière établit que la matière (qu'il s'agisse de la masse ou de l'énergie⁴⁸) n'est ni créée ni détruite par quelque processus physique que ce soit. L'économie ne peut donc jamais créer ni détruire de la matière ou de l'énergie, elle peut seulement la « réarranger ». Ce principe établit une égalité comptable de tout ce qui entre dans un processus productif (ou dans l'ensemble des processus productifs, si l'on raisonne au niveau global), c'est-à-dire la somme de toutes les matières premières non énergétiques et énergétiques extraites de l'environnement naturel, y compris l'oxygène de l'air utilisé par exemple dans les combustions, avec tout ce qui en sort, c'est-à-dire les flux de déchets retournant, soit dans la production par recyclage, soit, *in fine*, dans l'environnement⁴⁹. À titre d'exemple, la consommation de charbon d'une année doit être égale au montant des émissions de gaz et de solides issus de sa combustion. La pertinence de cette loi pour la compréhension des liens entre économie et environnement a été soulignée en 1966 par Boulding dans son fameux article « The economics of the Coming Spaceship Earth ».

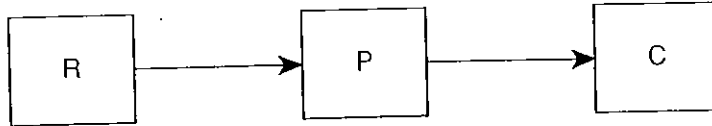
Le second courant au sein de cette école « thermodynamique » a été fondé par Georgescu-Roegen, notamment avec son ouvrage *The Entropy Law and the Economic Process* (1971). Il y propose la première tentative sérieuse d'intégration de la seconde loi de la thermodynamique à l'économie, ce qui constitue la référence essentielle en la matière avec Daly (1977, 1991a). Selon ces auteurs, l'activité économique puise de l'énergie et de la matière de basse entropie dans l'environnement et la convertit après usage en matière et énergie de haute entropie, c'est-à-dire fortement désorganisées. Par exemple, la combustion d'énergies fossiles transforme de la matière hautement structurée en gaz et particules dispersés ainsi qu'en énergie de plus haute entropie libérée sous forme de chaleur. La nature entropique de l'activité économique explique pourquoi un recyclage à 100 % n'est pas possible et ce, d'autant moins que l'énergie, utilisée pour toute opération de recyclage, n'est pas elle-même recyclable. Elle ne peut qu'être économisée. D'où l'intérêt que va susciter ce paradigme de la thermodynamique pour toute une lignée d'ingénieurs économistes (Vivien, 1991, 1994b; Faucheux et Pillet, 1994). Des phénomènes comme la pollution apparaissent alors comme la conséquence de la croissance de l'entropie issue d'une consommation croissante d'énergie fossile. Par ailleurs, l'idée que la ressource naturelle ultime consiste dans l'énergie de basse

48. Jusqu'à l'énoncé par Einstein de la loi d'équivalence $E = MC^2$, on supposait que la loi de conservation de la masse et de l'énergie s'appliquait séparément à chaque espèce chimique et à l'énergie. On sait maintenant que ceci est incorrect puisque la masse peut être convertie en énergie par la fusion ou la fission.

49. Les flux de production de biens économiques constituent bien évidemment un emploi pour les matières premières et l'énergie entrant dans le processus productif, mais on ne peut pas considérer d'un point de vue matériel qu'il s'agisse d'un emploi final. Les biens économiques eux-mêmes deviennent en effet des déchets matériels une fois dispensée la totalité des flux d'utilité qu'ils contiennent.

entropie, en l'occurrence l'énergie fossile, est aussi l'une des conclusions que l'on peut tirer de l'application des lois de la thermodynamique à l'activité économique.

Ces analyses ont permis de mettre en évidence que les relations entre économie et environnement ne sont pas linéaires comme une vision newtonienne du monde le laisse croire, ce qui peut s'illustrer par la figure 1.2 suivante, mais bien circulaires, conformément à la figure 1.3 page suivante :



(D'après Pearce et Turner, 1990, p. 36.)

FIG. 1.2 — Le système linéaire Ressources-Production-Consommation

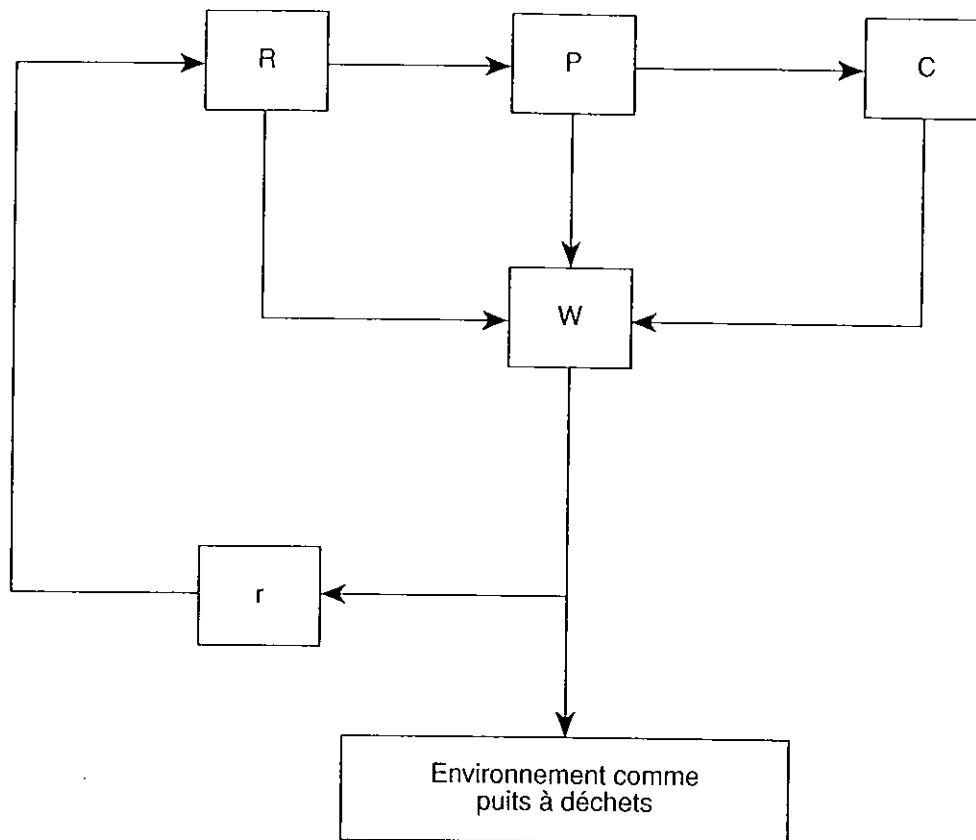
dans laquelle P représente la production, C les biens de consommation, W les déchets et r le recyclage. Ajoutons que si le premier type d'analyse a permis de comprendre les relations entre économie et environnement comme étant circulaires, la seconde est celle qui a établi, sous la forme d'une contrainte absolue une limite à la circularité de ce processus (représentée par l'« environnement comme puits à déchets » dans la figure 1.3 ci-après).

3.2. Des influences contrastées sur l'analyse économique des ressources naturelles et de l'environnement

De façon paradoxale, il apparaît que l'ensemble des grands courants actuels de l'économie des ressources naturelles et de l'environnement a été influencé par le paradigme thermodynamique. Nous pouvons à cet égard distinguer quatre interprétations : une minimale, une maximale et deux que nous pouvons qualifier d'intermédiaires. Nous nous attarderons sur ces dernières dans la mesure où elles offrent des enseignements nouveaux du point de vue des quatre grandes caractéristiques des problèmes de ressources naturelles et d'environnement.

3.2.1. Des interprétations « monistes » : De l'éviction de la seconde loi de la thermodynamique au réductionisme énergétique

L'interprétation minimale a été faite par les auteurs qui n'ont retenu que les enseignements du premier principe de la thermodynamique : ceci a donné lieu aux analyses de bilan-matière (Ayres et Kneese, 1969; Kneese, Ayres, d'Arges, 1970) et aux analyses input-output (Leontief, 1970; Victor, 1972). De même ont été développés des modèles d'optimisation dynamique combinant ressources et pollution en intégrant, sur la base du bilan matière, le recyclage (Mäler, 1974). On introduit ainsi un bouclage entre les déchets et les inputs, mais en retenant uniquement le fait que le recyclage des premiers offre à côté des possibilités de substitution et du progrès technique, une nouvelle façon de s'affranchir de la contrainte de rareté des ressources. La première loi de la thermodynamique qui est, on l'a vu, une loi de conservation, peut être facilement intégrée par la théorie économique



(D'après Pearce et Turner, 1990, p. 38.)

FIG. 1.3 — Le système circulaire Ressources-Production-Consommation

dominante car elle reste extrêmement proche de la vision newtonienne sous-jacente. Elle perçoit le fonctionnement réel de l'économie comme un flux circulaire de transformation et de retransformation de quantités indestructibles d'énergie et de matière. Le temps, comme dans les modèles économiques s'inspirant de la mécanique, n'est rien d'autre qu'un paramètre construit à partir d'une métaphore spatiale. Il en découle une vision de l'économie totalement réversible et conservatrice d'identités. Aucune contrainte absolue, extérieure au système économique ne peut véritablement peser sur lui ni même l'influencer. Les fondements de l'analyse économique des ressources naturelles et de l'environnement peuvent rester les mêmes, ses conclusions aussi (voir deuxième partie et troisième partie).

En fait, c'est la prise en compte du second principe qui va constituer le point de rupture avec l'analyse économique dominante. L'interprétation maximale du principe d'entropie par un certain nombre d'auteurs fait même figure de rupture définitive. En effet, dans la mesure où l'énergie fossile n'est pas recyclable, un certain nombre d'auteurs, d'ailleurs pour la plupart non économistes, la considèrent comme le facteur rare ultime. Ils proposent alors une théorie de la valeur énergétique généralisée (Odum et Odum, 1981 ; Odum, 1983) qui ne doit pas être confondue avec les méthodes d'analyse dites énergétiques. Ces dernières ne recourent en effet à l'évaluation énergétique que pour rechercher des indicateurs écologiques, et non pas dans l'optique du « tout est énergie ». Elles ne tombent pas,

contrairement aux premières, dans un énergétisme total, dont les limites pour l'analyse des relations économie-environnement sont très proches de celles de la « Deep Ecology ». Dans ces deux cas en effet, la seule dimension appréhendée est celle de l'écologie et la seule rationalité mise en œuvre est une rationalité substantielle de type écologique, en ce sens que le système économique, comme les systèmes naturels, doit optimiser la même fonction objectif : la puissance énergétique⁵⁰ (voir quatrième partie).

3.2.2. De l'économicisation de la loi d'entropie à l'état stationnaire

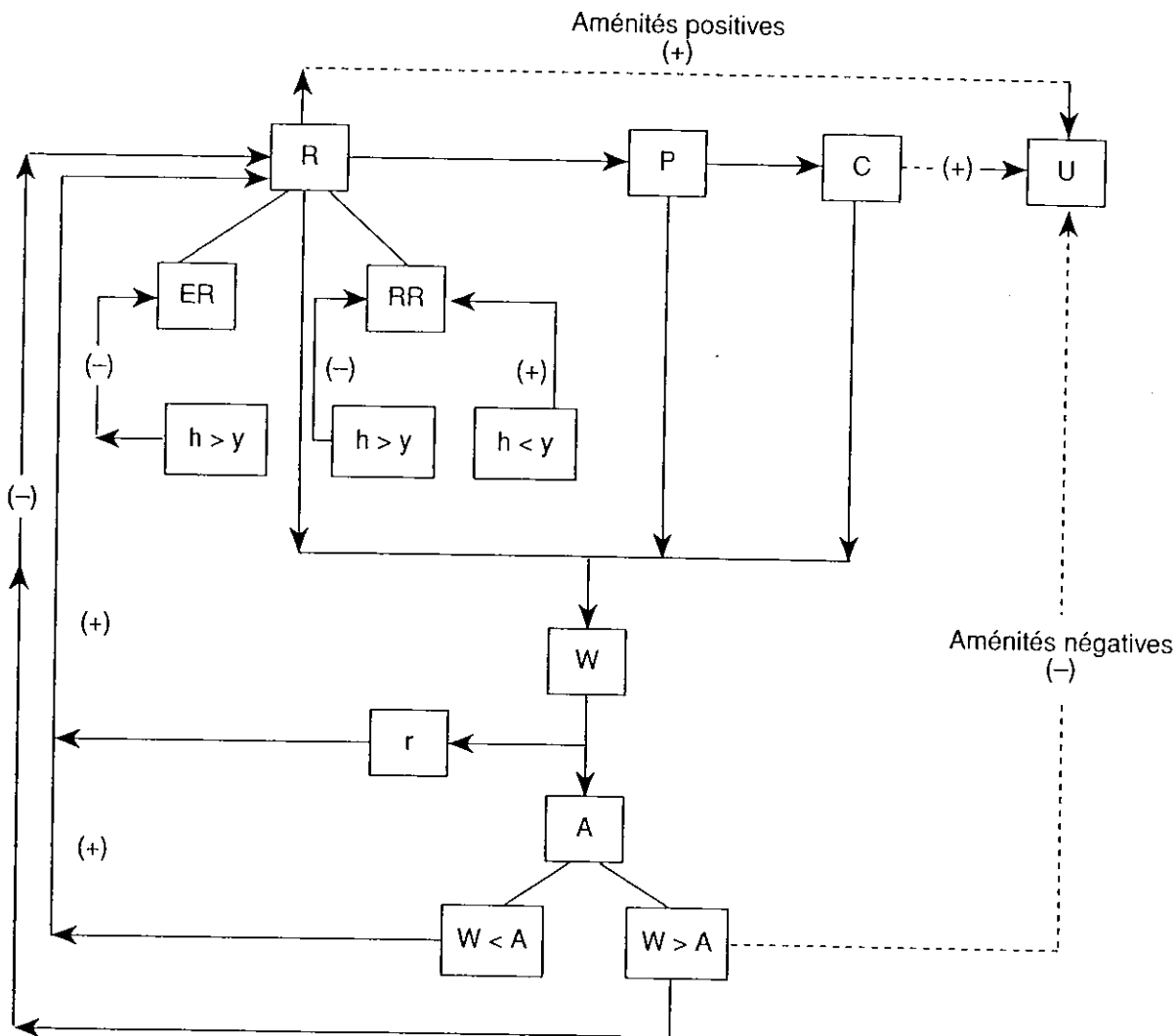
Entre l'optimisme et le pessimisme tout aussi exacerbés de chacune des deux approches précédentes, deux analyses intermédiaires doivent être distinguées. L'une et l'autre se proposent de traiter de l'économie des ressources naturelles et de l'environnement en tenant compte de la contrainte environnementale absolue pesant sur le système économique du fait de la loi d'entropie.

La première peut être illustrée par les travaux de ce qu'il est désormais courant de qualifier d'École de Londres⁵¹ et dont l'initiateur est David Pearce. Les auteurs de ce courant expliquent, en partant de la seconde loi de la thermodynamique, qu'une partie des rejets provenant de la matière et de l'énergie utilisées en tant qu'input par le système économique, n'est pas recyclée et est rejetée dans le système naturel. Or, ce dernier a une capacité d'assimilation, ce qui, pour ces auteurs, constitue une première fonction économique de l'environnement. Toutefois cette capacité est limitée, ce qui signifie qu'il faut tenir compte d'une première contrainte : la capacité d'assimilation de l'environnement ne doit jamais être dépassée. Par ailleurs, les ressources d'énergie fossiles et minérales qui sont des ressources de stock et soumises à la loi d'entropie ne peuvent pas être recyclées, ce qui implique un effort de substituabilité entre ces ressources épuisables et d'autres dites renouvelables, c'est-à-dire celles qui ont la capacité de se renouveler par elles-mêmes, telles que la biomasse. Toutefois, là encore, les capacités de renouvellement ne doivent pas être entravées, ce qui implique une troisième contrainte. Dans ces conditions, l'École de Londres fournit bien une vision de l'économie et de l'environnement totalement circulaire et soumise à trois contraintes environnementales, non plus relatives comme dans la première interprétation optimiste, mais absolues en raison de la prise en compte simultanée des deux lois de la thermodynamique. Pour illustrer sa vision des liens entre économie et environnement la figure 1.4 suivante est alors proposée⁵² dans laquelle A désigne la capacité d'assimilation, U l'utilité, ER et RR respectivement les ressources épuisables et les ressources renouvelables, h et y respectivement le taux d'exploitation et le taux de renouvellement, les flux matériels étant en traits pleins et les flux d'utilité en pointillés.

50. Georgescu-Roegen (1982b) qualifiait cette approche, à la fois de « doctrine » et « d'économie politique énergétique ». Daly (1991) parle, quant à lui, de « théorie de la valeur énergétique erronée » (p. 227) ou encore la qualifie de réductionniste (p. 217). Il va même jusqu'à dire que c'est à cause d'elle que probablement les économistes n'ont pas su intégrer les enseignements de la thermodynamique dans leur discipline (p. 227).

51. Victor (1991, p. 8) souligne « qu'il peut sembler prématuré d'affirmer que Pearce et ses collègues ont fondé une nouvelle école, mais qu'il ne fait pas de doute que leurs idées exercent déjà une influence au sein de la profession et des milieux gouvernementaux et que cette influence semble devoir grandir dans les années à venir ».

52. Notons que Pearce et Turner (1990, p. 40) se réfèrent explicitement aux lois de la thermodynamique pour illustrer ce schéma : « Nous sommes maintenant en mesure de compléter notre représentation circulaire de l'économie. Au lieu d'être un système linéaire ouvert, c'est maintenant un système fermé circulaire. Les lois de la thermodynamique assurent qu'il doit en être ainsi. »



(D'après Pearce et Turner, 1990, p. 40.)

FIG. 1.4 — Le schéma circulaire complet des relations économie-environnement

Une telle analyse, en permettant d'expliquer le caractère circulaire entre environnement et économie, non seulement remet en cause la perspective économique traditionnelle traitant de manière séparée des ressources naturelles et pollution, mais surtout souligne le caractère *multidimensionnel* des biens et services environnementaux. Ces derniers peuvent à la fois fournir des services d'assimilation de la pollution, être utilisés en tant qu'inputs dans la production et être source d'utilité directe. On peut donner à cet effet l'exemple de l'eau qui remplit non seulement les deux premières fonctions, mais aussi la dernière par le biais des services récréatifs qu'elle peut offrir. D'où l'existence de limites aux possibilités de substitution et à l'optimisme irraisonné quant aux applications du progrès technique à ces biens et services. Selon l'École de Londres, le capital naturel doit être distingué des autres formes de capitaux, ce qui signifie, dans son optique du développement soutenable, que c'est le stock global de capital naturel qui doit être maintenu constant (Barbier et Markandya, 1990).

Toutefois, devant la difficulté de trouver des unités de mesure homogènes afin d'évaluer physiquement chacune des trois contraintes environnementales absolues qu'ils ont proposées, les auteurs de l'École de Londres suggèrent une évaluation de ces dernières par le biais des méthodes traditionnelles de révélation des préférences, reposant sur le consentement à payer des individus. Ils intègrent certes des considérations altruistes, non seulement intra- et intergénérationnelles, mais également interspécifiques, en préconisant la valeur économique totale regroupant la valeur d'usage, la valeur d'existence, la valeur de legs et la valeur intrinsèque. Mais ces considérations ne signifient pas qu'une véritable éthique intra- ou intergénérationnelle ou encore interspécifique soit véritablement prise en compte, car l'extension du champ couvert par la valeur ne permet pas de s'affranchir des limitations propres aux méthodes d'évaluation reposant sur le consentement à payer des individus appartenant à la génération présente (voir troisième partie, chapitre 6 et quatrième partie).

Si l'éthique est moins utilitariste que dans l'approche néoclassique standard, elle n'en conserve pas moins une forte composante anthropocentrique (c'est l'individu qui décide de la valeur à accorder aux non humains) et «présentiste» (c'est la génération présente qui décide de la valeur de legs).

Quant au traitement du temps, il intègre de façon indéniable l'idée d'irréversibilité, puisque c'est bien parce que des irréversibilités existent que des contraintes absolues à la croissance économique sont considérées. Toutefois, les instruments proposés par les auteurs de l'École de Londres pour traiter du temps restent des plus conventionnels, si l'on en juge par la position très tranchée de Pearce en faveur, non seulement du recours à un taux d'actualisation, mais plus précisément à un taux d'actualisation normal positif (Pearce et Turner, 1990), ce qui vient renforcer le caractère finalement très «présentiste» de son éthique.

Enfin, l'hypothèse de rationalité adoptée par cette École reste résolument optimisatrice, puisqu'il s'agit toujours d'optimiser les fonctions-objectifs traditionnelles au niveau micro-économique ou la croissance au niveau macroéconomique⁵³, mais en tenant compte cette fois des nouvelles contraintes imposées par les lois de la thermodynamique et ne relevant pas de «la nature des choses». Les optima seraient cette fois de second rang. En ce sens, on aurait plutôt affaire à une hypothèse de rationalité de type rationalité limitée (Faucheux, Froger, Noël, 1993)⁵⁴. Tout se passe comme si les techniques économiques utilisées par l'École de Londres affaiblissaient en quelque sorte la richesse de sa représentation initiale des relations entre économie et environnement. Ceci place cette approche dans une position intermédiaire, entre l'optimisme débridé de l'école néoclassique et le pessimisme tout aussi démesuré des approches naturicistes, tout en tendant peut-être davantage vers la première.

Une autre façon d'aborder les contraintes écologiques absolues imposées à la sphère économique par les deux lois de la thermodynamique consiste, non plus à les «économiser», à la manière des auteurs de l'École de Londres, mais à préconiser un état stationnaire.

53. Le modèle formalisé de développement soutenable proposé par l'École de Londres reste fondamentalement un modèle de croissance optimale.

54. «Précisons en effet que le terme de rationalité limitée a un caractère ambigu. Il peut renvoyer soit à l'idée d'une rationalité affaiblie par rapport à la rationalité achevée dont ferait preuve le maximisateur d'utilité espérée, soit à celle d'une rationalité achevée, sur le même pied que la rationalité du modèle classique, mais qui, contrairement à celle-ci, tiendrait compte des limitations effectives dans les moyens du choix, notamment les moyens de calcul.» (Mongin, 1986, p. 26.)

En vertu de la nature entropique de sa dimension réelle (au sens de dimension matérielle), le système économique est conduit par l'irréversibilité. Il serait plus exact de parler d'irrévocabilité, comme le fait Georgescu-Roegen lorsqu'il distingue deux types d'irréversibilité⁵⁵.

Si on ne peut pas repousser les limites de la « finitude » et de l'« entropie »⁵⁶, en raison même de l'irréversibilité inhérente au second principe de la thermodynamique, on peut en revanche songer à ralentir l'ensemble du processus économique par le biais d'un état stationnaire. Celui-ci, comme le fait remarquer Barde (1992, p. 34) constitue un thème lancinant de la pensée économique, puisqu'on le trouve déjà chez Smith, Malthus, Ricardo ou Stuart Mill. Si Malthus invoquait, comme les partisans actuels de l'état stationnaire, une contrainte écologique absolue, la principale différence est que les classiques faisaient de l'état stationnaire l'aboutissement spontané de l'accumulation, alors que les auteurs contemporains en font un objectif⁵⁷.

L'idée de la « croissance zéro », popularisée par le rapport du Club de Rome (Meadows, Randers, Behrens, Meadows, 1972), est effectivement apparue à beaucoup comme une résurgence des thèmes malthusiens, dans laquelle la pénurie de ressources naturelles et la pollution joueraient le même rôle que la limitation des terres disponibles et les rendements décroissants en agriculture chez les classiques. Mais ce rapport maintient une certaine ambiguïté entre l'analyse prospective positive, fondée sur l'utilisation de modèles de dynamique des systèmes, dont les simulations montrent que la croissance économique ne pourra se poursuivre pour les raisons déjà citées, et les propositions normatives de ralentissement volontaire⁵⁸ de la croissance jusqu'à obtention d'un taux de croissance nul, seule façon de permettre sans catastrophe le maintien de l'activité humaine.

Daly développe des thèmes voisins sous le nom d'état stationnaire⁵⁹. Ce concept est avant tout physique. Daly définit en effet l'économie d'état stationnaire comme « une économie avec des stocks constants de population et d'artefacts, maintenue à un certain niveau désiré et suffisant par de faibles taux de production intermédiaire ("throughput"), c'est-à-dire par les flux les plus faibles possibles de matière et d'énergie depuis le premier stade de la production (extraction hors de l'environnement de matières premières de basse entropie) jusqu'au dernier stade de la consommation (pollution de l'environnement par des déchets de haute entropie et par des matières premières exotiques) » (Daly, 1991a, p. 17). Il y a bien sûr des implications en termes de taux de croissance économique : « La perspective de l'état stationnaire cherche à maintenir un niveau constant des stocks à l'aide d'un "throughput" minimum, et si cette minimisation du "throughput" implique une réduction du PNB, celle-ci est totalement acceptable. » (Daly, 1991a, p. 18.)

55. Voir Faucheux (1990, p. 304).

56. Selon Daly (1991a, p. 187), les deux principales limites biophysiques à la croissance — en plus de l'interdépendance complexe écologique — sont d'une part la finitude qui se réfère à la taille limitée de l'écosystème total, et d'autre part l'entropie, qui marque la dépendance du système économique vis-à-vis des sources d'inputs de basse entropie et des puits nécessaires à ses déchets de haute entropie.

57. En témoigne par exemple ce titre de Daly (1991a, p. 18) : « Pourquoi un état stationnaire de l'économie est à la fois nécessaire et désirable ? »

58. Ceci est bien traduit par le titre français de la traduction du rapport Meadows : *Halte à la croissance !*

59. Pearce (1991) souligne à juste titre « la malheureuse confusion terminologique » créée par l'emploi par Daly du terme « steady state » à la place de celui, traditionnel, de « stationary state ». « La confusion provient du fait que le terme "steady state growth" (ou croissance de régime permanent) est utilisé par la théorie moderne néoclassique de la croissance pour désigner des situations où chaque stock (capital, force de travail, etc.) croît à taux constant. [...] "Steady state" en ce sens néoclassique ne désigne pas du tout ce que Daly entend promouvoir comme objectif social désirable. » (p. 336, note 1.)

Pour atteindre l'état stationnaire, Daly (1991a) propose les modalités suivantes : d'une part, un arrêt de l'utilisation des facteurs quantitatifs de la croissance au profit des facteurs qualitatifs, obtenu en substituant du capital immatériel (information, culture, éducation...) au capital matériel (capital physique traditionnel, population, énergies et matières, ressources renouvelables...); d'autre part, devant l'incapacité du marché à mettre en œuvre de telles incitations, le recours à de nouvelles institutions mondiales dont les fonctions seraient : la gestion des ressources avec minimisation de leur épuisement et promotion du recyclage; le contrôle des naissances; le maintien de l'équilibre écosystémique; la redistribution du revenu dans le sens de l'équité sociale. Une interventionnisme important est donc nécessaire, selon lui, dans la mesure où la poursuite de l'intérêt égoïste individuel, telle que l'appréhende la théorie standard de l'économie, ne peut pas conduire spontanément à une situation écologiquement soutenable (Daly, 1991a; Daly et Cobb, 1989)⁶⁰.

Cependant, les critiques des positions favorables à la «croissance zéro» ou à l'état stationnaire ne manquent pas.

Si Georgescu-Roegen (1979) s'élève contre «le mirage à la mode» que constitue, selon lui, l'état stationnaire ou la «croissance zéro», c'est pour mieux argumenter en faveur d'une croissance négative, la décroissance. Sur le plan physique, avance-t-il, l'état stationnaire ne peut s'assimiler à l'État stable que peut connaître un système thermodynamique ouvert. Il résulte en effet des conditions d'Onsager qu'un tel système ne peut connaître un État stable «que d'une façon approximative et pour une durée finie». Sur le plan économique, l'état stationnaire lui paraît porteur de contradictions qui «militent contre la croyance en la possibilité pour l'humanité de vivre dans un état stationnaire perpétuel. [...] Un monde avec une population stationnaire serait continuellement forcé de changer sa technologie de même que son mode de vie pour faire face à l'inévitable baisse dans l'accessibilité des ressources. Même si l'on résolvait la question de savoir comment le capital peut changer qualitative-ment tout en demeurant constant, il faudrait imaginer que cette baisse imprévisible serait miraculeusement compensée par de bonnes innovations intervenant au bon moment». (1979, p. 81.) Pour Georgescu-Roegen «la conclusion nécessaire des arguments avancés en faveur de cette perspective [de l'état stationnaire] consiste à remplacer l'état stationnaire par un état de décroissance» (1979, p. 81).

De son côté, Boulding⁶¹, tout en reconnaissant qu'en l'absence de ressources épuisables l'état stationnaire est inévitable⁶², sauf si nous supposons «une dépendance à peu près totale vis-à-vis de l'énergie solaire et d'un recyclage à peu près parfait des matériaux», affirme que le passage à l'état stationnaire «ne constitue pas réellement la réponse au problème de l'entropie». De même, la biologie ne connaît pas d'état stationnaire capable d'éviter les lois

60. Nous pouvons citer Daly (1991a, p. 22) : «De même qu'un optimum de Pareto peut être socialement injuste, il peut être écologiquement non soutenable. De même que, dans le premier cas, nous imposons des contraintes éthiques sur la répartition des revenus, et que nous laissons ensuite le marché s'ajuster, de même nous devrions imposer des contraintes écologiques à la dimension du "throughput", et laisser ensuite le marché s'ajuster.»

61. Dans un écrit antérieur, son célèbre article «The Economics of the Coming Spaceship Earth» (1966), Boulding apparaissait beaucoup plus favorable aux thèses de l'état stationnaire, dans des termes qui inspireront manifestement Daly. Il laissait en effet entendre que le passage d'une «économie de cowboy» à une «économie de vaisseau spatial» devrait entraîner nécessairement une tendance à la minimisation du «throughput» : «Le "throughput" n'est aucunement quelque chose de désirable en soi et peut être regardé comme quelque chose à minimiser plutôt qu'à maximiser.» (1966, p. 6.)

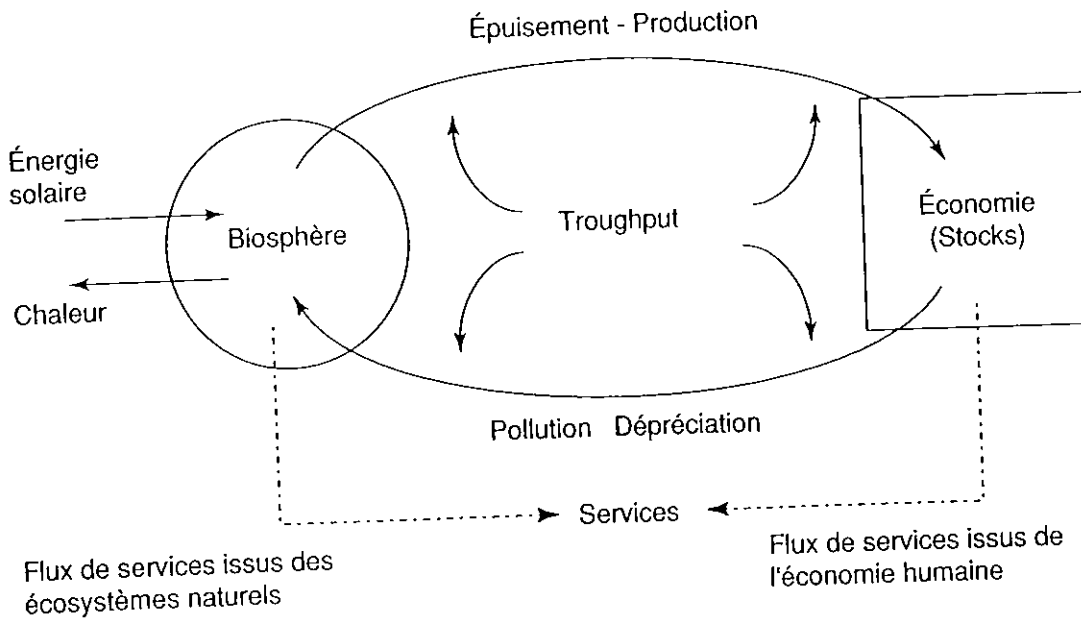
62. «Nous pourrions cependant être forcés de nous rapprocher de lui lorsque les ressources épuisables seront épuisées et même, dans la très longue période, lorsque nous aurons épuisé le potentiel de croissance des connaissances humaines.» (Boulding, 1981, p. 167.)

de l'évolution : « On peut avoir plus d'espoir dans la continuation de l'évolution qu'en s'accrochant à l'espoir d'un état stationnaire. La contrepartie biologique de l'état stationnaire est l'écosystème climacique, dans lequel toutes les espèces se maintiennent dans leurs niches en tant que populations d'équilibre. [...] Même si nous postulons l'existence d'un écosystème superclimacique génétiquement stable, c'est-à-dire dans lequel toutes les mutations génétiques seraient défavorables, nous ne pouvons pas supposer que les paramètres physiques d'un tel système ne changeraient jamais. Tous les écosystèmes climaciques et tous les états stationnaires sont des arrêts sur un chemin qui va ailleurs. Ce ne sont que des marches, qui peuvent être longues à monter, sur le grand escalier de l'évolution. » (Boulding, 1981, p. 167.)

Au total, cette approche traite effectivement des problèmes d'environnement dans leur multidimensionnalité, comme le fait aussi l'École de Londres. Par ailleurs, l'équité intergénérationnelle est bien au cœur de ses préoccupations, dans la mesure elle s'oppose justement aux tenants de l'économie standard sur la question de la croissance économique au nom de la prise en compte des intérêts des générations futures. Là où le bât blesse, c'est probablement dans le traitement intragénérationnel de l'équité, puisque l'arrêt de la croissance matérielle dans le monde en développement peut constituer un véritable frein à la « soutenabilité » qui, ne l'oublions pas, doit être à la fois économique et écologique. Un tel risque d'iniquité entre le Nord et le Sud semble d'autant plus probable que les institutions préconisées devront, de façon paradoxale, recourir à des instruments proches des instruments traditionnels de marché, par exemple à des permis de naissance transférables (Boulding, 1964; Daly, 1991a).

Ajoutons que des institutions internationales sont bien préconisées mais qu'aucune place n'est accordée au processus délibératif nécessaire pour obtenir des décisions de telles institutions. Dans ces conditions, la différence essentielle entre l'approche de l'École de Londres et celle de Daly est que, dans le premier cas, les contraintes écologiques absolues sont déterminées par la révélation des préférences individuelles, alors que dans le second cas, elles sont fixées par des institutions. Les deux approches s'accordent ensuite pour appliquer les méthodes traditionnelles de l'analyse économique en matière de prise de décision. En ce sens, l'hypothèse de rationalité qui est présente dans le courant de l'état stationnaire est une hypothèse de rationalité du type rationalité bornée, comme celle de l'École de Londres. Les individus continuent à optimiser leur fonction-objectif, compte tenu des contraintes hors de la nature des choses que sont les contraintes écologiques absolues. Ces contraintes sont seulement plus restrictives dans le cas de l'état stationnaire.

Enfin, les auteurs favorables à l'état stationnaire prennent en compte les notions d'irréversibilité et d'incertitude, puisque ce sont précisément ces raisons qui sont invoquées à l'appui d'un « motif de précaution » (Perrings, 1991), imposant à la croissance de véritables contraintes écologiques absolues. La conception du temps à l'œuvre ici est donc celle du long terme. Toutefois, tout en étant irréversible, le temps y reste totalement déterministe, comme le prouve l'image du sablier que Georgescu-Roegen (1979, p. 111) propose pour représenter le temps de la seconde loi de la thermodynamique et remplacer ainsi l'image du pendule de la mécanique. Cette loi implique en effet une marche vers l'entropie que l'on peut certes allonger mais qui est inéluctable. Le temps appréhendé n'est toujours pas celui de l'histoire qui intervient dès qu'existent des organisations humaines. Le temps de l'histoire, surtout s'il s'agit du très long terme, en plus de l'irréversibilité, a pour attributs la mutation et la bifurcation. Or, aucune place n'est clairement faite dans les analyses de l'état stationnaire aux capacités de rétroaction de systèmes économiques et écologiques qui sont



(D'après Daly, 1991a, p. 35.)

FIG. 1.5 — L'interface système économique-système écologique

finalement analysés uniquement en termes d'interface, comme l'illustre la figure 1.5, et non en termes d'interrelations ou de « coévolution ».

4. L'UNIVERS DU VIVANT : « LA DESTRUCTION CRÉATRICE »

Le quatrième paradigme insiste sur les caractéristiques propres du vivant qui lui paraissent susceptibles d'établir les rapports de l'homme et de la nature, donc de l'économie et de la nature, sur une base différant à la fois du « naturicisme », du mécanisme néoclassique et de la thermodynamique entropique.

Il s'est constitué d'un côté à partir d'une branche nouvelle de la thermodynamique spécifique aux systèmes vivants, la thermodynamique du non-équilibre de Prigogine, avec la théorie de l'information appliquée au vivant et une conception systémique propre aux systèmes complexes. D'un autre côté, le vivant est aussi, face à cette thermodynamique renouvelée, le domaine d'élection de la théorie évolutionniste issue de Darwin et de ses divers prolongements.

L'influence de ce paradigme, qui va croissant sur l'ensemble de la pensée économique contemporaine⁶³, est au cœur des conceptions des relations entre l'économie, les ressources naturelles et l'environnement propres à une part importante de l'école dite de l'économie écologique.

63. Il semble qu'« à travers des médiations complexes assez peu analysées, les recherches en économie soient sensibles au paradigme en vigueur dans les sciences de la nature, qu'il s'agisse de la mécanique, de la thermodynamique ou plus récemment de la biologie » (Boyer, Chavance, Godard, 1991, p. 17).

4.1. Le paradigme du vivant : une nouvelle source d'inspiration pour l'analyse économique

Le paradigme du vivant manifeste, malgré la pluralité de ses origines, une certaine unité. Cette vision unitaire est rendue possible par les travaux de Prigogine sur la thermodynamique du non équilibre, qui lui donnent sa base scientifique (Prigogine et Stengers, 1979). Nous rappellerons brièvement en quoi la science économique s'inspire de plus en plus de ce paradigme du vivant, satisfaisant ainsi le vœu de Marshall qui écrivait (1920, p. XIV) que «La Mecque de l'économiste se trouve plutôt dans la biologie économique que dans la dynamique économique». Pour cet auteur en effet, qu'on associe souvent à un équilibre partiel fortement mécaniciste, l'analogie biologique, notamment celle de la croissance organique, reprend ses droits dès qu'il s'agit de très longues périodes et de changements qualitatifs.

4.1.1. Le paradigme scientifique

La théorie de Darwin, qui constitue l'un des grands principes explicateurs découverts au XIX^e siècle, est à peu près contemporaine (1859) du développement de la thermodynamique classique. Avec Darwin, l'étude des facteurs d'environnement qui affectent les distributions des êtres vivants, est explicitement fondée par l'idée évolutionniste, loin de tout finalisme et de tout fixisme, et par conséquent sur une conception tout à fait nouvelle du temps de la vie. Pour lui, la lutte pour la vie⁶⁴, c'est-à-dire la lutte entre les individus, entre les espèces et contre les conditions physiques de l'environnement, et la sélection naturelle qui en découle, sont les clés de l'évolution. Darwin ne possédait pas encore la théorie explicative précise de la transmission aux descendants des caractères d'une population, théorie qui n'interviendra qu'avec les lois de la génétique. Avec le néo-darwinisme, tel qu'il apparaît par exemple chez Monod (1970), le sens de l'évolution se trouve inclus totalement dans le code génétique de l'espèce : des mutations accidentelles dues au *hasard* proposent des variantes au sein desquelles la *nécessité*, c'est-à-dire les exigences de la survie, sélectionne les mieux adaptées.

À première vue, il existe une contradiction⁶⁵ entre la *thermodynamique classique*, qui assure, par sa seconde loi, qu'un jour toute vie, comme tout mouvement excepté celui de la gravitation, cessera dans la mort entropique, et la *théorie de l'évolution* qui explique au contraire le progrès ininterrompu des espèces dans leur adaptation à l'environnement.

Or, la thermodynamique des systèmes non isolés de Prigogine, dite encore thermodynamique des structures dissipatives, entend justement résoudre cette contradiction.

La thermodynamique classique, telle qu'on l'a vue avec Carnot ou Clausius, portait sur des systèmes isolés, au sens où ils ne recevaient pas d'énergie de l'extérieur. Cette thermodynamique classique est une thermodynamique de l'équilibre, dans la mesure où la seconde loi implique que l'entropie d'un tel système croisse jusqu'au point où il atteint l'équilibre thermodynamique.

64. Darwin (1859, p. 108) précise qu'il faut entendre lutte pour la vie «dans le sens général et métaphorique, ce qui implique les relations mutuelles de dépendance des êtres organisés, et, ce qui est plus important, non seulement la vie de l'individu, mais son aptitude à laisser des descendants».

65. Appelée par Prigogine et Stengers (1979) «le paradoxe de Sadi Carnot versus Darwin».

Un système non isolé, c'est-à-dire qui échange des flux d'énergie avec son environnement, sera capable d'éviter l'équilibre thermodynamique à l'aide des flux énergétiques provenant de l'extérieur. Un tel système peut en effet soit dégrader l'énergie disponible interne du système lui-même, soit l'énergie franchissant les frontières du système. Prigogine et Stengers (1979, p. 326-327) commentent ainsi ce point : « Dans ces systèmes la variation d'entropie est non seulement liée aux processus internes au système, comme dans les systèmes isolés, mais aussi aux flux d'énergie et de matière existant entre ces systèmes et l'environnement. La seule considération de l'entropie ne suffit pas à déterminer le comportement du système, puisque le second principe ne met aucune condition à la variation d'entropie liée aux échanges avec l'environnement. Dans les systèmes non isolés, la grandeur décisive n'est plus l'entropie mais la production d'entropie, c'est-à-dire la variation par unité de temps de l'entropie liée aux processus internes au système. Le second principe requiert que cette production d'entropie soit positive ou nulle. Dans un système non isolé, des processus irréversibles peuvent survenir de façon permanente et la production d'entropie peut être différente de zéro, parce qu'une interaction avec l'environnement a pour effet de maintenir le système dans un état différent de l'état d'équilibre. » À chaque système non isolé va donc correspondre un état de production d'entropie minimum compatible avec le niveau des flux entrants d'énergie. De tels systèmes, contrairement aux systèmes isolés qui ne peuvent connaître en dynamique que des états d'équilibre stables d'entropie maximum, peuvent donc atteindre des états stationnaires, ce qui ne veut pas dire que de tels états soient pour autant stables. L'argument de Prigogine pour justifier ce résultat consiste à dire que le sentier temporel de systèmes non isolés situés loin de leur équilibre est caractérisé par une séquence de structures dissipatives, dont chacune est fondée sur un excès de production d'entropie et constitue la solution unique d'un ensemble de conditions physiques et énergétiques.

Le domaine d'application privilégié de cette thermodynamique des systèmes non isolés est évidemment celui des êtres vivants⁶⁶. Ces derniers sont en effet des structures très ordonnées et qui s'ordonnent même de plus en plus au fur et à mesure de l'évolution⁶⁷. Les systèmes vivants ou ouverts, systèmes échangeant énergie, matière et information avec leur environnement extérieur, se trouvent effectivement, du fait de l'évolution, toujours loin de leur état d'équilibre. Ils peuvent alors osciller autour de leur niveau stationnaire en fonction de l'existence de structures dissipatives. Les êtres vivants situés au sein de ces systèmes non isolés fonctionnant loin de leur position d'équilibre disposent d'une certaine liberté de manœuvre en ce qui concerne l'organisation de leurs processus énergétiques et matériels. Ceci signifie que si de tels systèmes sont soumis à des perturbations ou à des contraintes et qu'ils ne sont pas figés dans une forme donnée, ils peuvent « lutter contre l'entropie » par un apport de néguentropie, en adoptant spontanément un nouveau mode d'organisation,

66. Martinez-Alier (1987) retrace l'histoire de l'idée que l'on peut résumer par « la vie contre l'entropie ». Il note qu'elle était en circulation dans les années 1890 et qu'on la trouve alors aussi bien chez le géologue John Joly, selon qui « les actions associées à la vitalité retardent la dissipation de l'énergie », que chez le physicien F. Auerbach sous le nom d'ektopie.

67. À ce propos, nous pouvons citer Passet (1980, p. 14-15) qui écrit, au sujet des structures dissipatives : « Leur existence constitue un phénomène général. Les exemples évoqués se situent au niveau de l'organisation supra-moléculaire, mais on les rencontre aussi en chimie et, dans une certaine mesure, en biologie moléculaire. Et surtout, le cas d'un système ouvert, traversé par un flux énergétique constamment renouvelé, correspond à la situation de notre planète soumise à un apport régulier d'énergie solaire qu'elle rayonne en permanence, mais dont une partie, captée par les végétaux verts et transmise le long des chaînes alimentaires, est utilisée à entretenir l'évolution complexifiante de la vie. C'est donc aussi le cas de tout ce qui, individuel ou collectif, vit sur cette planète. »

s'apparentant à un changement radical de morphogenèse. De tels points de rupture ne sont pas sans parenté avec les bifurcations de la théorie des catastrophes de Thom (1977, 1980).

Ainsi, grâce à la thermodynamique prigoginienne, un certain nombre d'arguments vont dans le sens d'une réconciliation entre la thermodynamique classique et la théorie darwinienne. D'une part, l'aptitude d'une espèce à se reproduire, dont nous avons vu qu'elle était, depuis Darwin, considérée comme l'un des points clés de la théorie de l'évolution, est une fonction de la diversité génétique, et donc à la fois de la quantité d'information structurante disponible et de la complexité systémique due à l'évolution antérieure, dont nous avons expliqué que l'une et l'autre pouvaient recevoir des interprétations en termes de thermodynamique prigoginienne. D'autre part, Lotka (1924) a nettement montré la connexion entre énergétique et évolution, en ce sens qu'il est à l'origine de l'idée (qui a pu connaître par la suite une certaine dérive⁶⁸) selon laquelle l'évolution passe par la façon dont est utilisée l'énergie. Pour lui, la loi d'évolution prend la forme particulière de loi du flux maximum d'énergie ou principe du maximum de puissance : étant donné qu'existe un abondant surplus d'énergie disponible provenant du soleil, les espèces qui sauront le mieux capter cet excédent croîtront en extension et cette croissance même augmentera le flux d'énergie disponible dans l'ensemble du système. Dans la même perspective MacArthur et Wilson (1967) ont proposé un modèle de sélection naturelle fondé sur deux types de stratégies de reproduction mises en œuvre par des êtres vivants. Ils distinguent le cas de populations, espèces opportunistes de milieux non saturés ou changeants, dont la valeur sélective (c'est-à-dire le critère sur lequel opère la sélection) est en fait le taux de reproduction r et celui de populations stationnaires de milieux saturés et stables, dont la valeur sélective est représentée par K (la charge biotique maximale). Dans la première sélection, indépendante de la densité, ce sont les génotypes⁶⁹ les plus « productifs » en termes de taux de reproduction de l'espèce (maximisation de r) qui l'emportent, même s'ils sont « gaspilleurs » en termes d'utilisation de l'énergie⁷⁰. Dans la seconde sélection, dépendante de la densité, ce sont les génotypes les plus efficaces, c'est-à-dire qui convertissent l'énergie de leur nourriture en nouveaux reproducteurs avec le meilleur rendement (maximisation de K) qui l'emportent⁷¹. En réalité, la majorité des espèces se situe quelque part entre ces deux extrêmes sur un continuum $r - K$.

4.1.2. Une pluralité d'interprétations économiques

L'influence du paradigme du vivant se marque en économie dans ce qu'il est convenu d'appeler les « théories évolutionnistes ». Toutefois, l'utilisation du thème de l'évolution en économie prend aujourd'hui des formes diverses. Il est par exemple indispensable de distinguer les analyses économiques se référant à une interprétation de la seule théorie darwinienne de l'évolution, de celles intégrant les enseignements de la thermodynamique du non équilibre.

68. Sur la dérive socio-biologique issue de cette idée, voir Martinez-Alier (1987).

69. Le génotype représente le patrimoine génétique d'un individu dépendant des gènes hérités de ses parents. Le phénotype représente l'ensemble des caractères individuels correspondant à une réalisation du génotype.

70. On peut considérer que ces espèces « investissent » l'énergie principalement dans l'effort de reproduction. Elles vont chercher à produire le maximum de descendants et à coloniser ainsi le territoire disponible. Ces espèces opportunistes connaîtront donc une très forte instabilité avec des fluctuations de population de très grande amplitude. Le type en pourrait être la puce.

71. On peut considérer que ces espèces « investissent » l'énergie principalement dans l'effort de maintenance (stockage de réserves, soins à la progéniture). Elles produisent peu de descendants dont elles optimisent la survie. Elles ont des effectifs très stables. Le type en pourrait être l'éléphant.

Relève de la première catégorie l'application directe du néo-darwinisme à l'économie. Dans la lignée sociobiologiste de Dawkins (1976) ou de Becker (1976), toute une littérature s'est efforcée de rechercher les fondements de certaines hypothèses de comportement économique adoptées généralement par le courant néoclassique, notamment de l'hypothèse d'égoïsme des individus. On a vu apparaître une modélisation en termes de théorie des jeux indiquant dans quelles conditions (reproduction asexuée, reproduction sexuée, imitation de comportements) le gène de l'égoïsme ou celui de l'altruisme pouvaient ou non se répandre dans une population (Bergstrom et Stark, 1993).

Relèvent déjà de la seconde catégorie les approches consistant à utiliser le cadre analytique de la théorie de l'évolution pour traiter d'autres objets que la génétique et ses connexions économiques. Le schéma explicatif évolutionniste consiste alors à voir comment des caractères (*patterns*) sont reproduits tout en étant soumis à une pression sélective. Les domaines d'application sont variés (Nelson et Winter, 1982) : économie du changement technique (Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg, Soete, 1988), économie des institutions (Radzicki, 1990). On se demandera par exemple par quel processus se trouve sélectionnée une trajectoire technique parmi toutes les trajectoires possibles⁷², ou bien comment des institutions de coopération peuvent se développer⁷³. Plus généralement ces formalisations, fondées sur la théorie des systèmes auto-organiseurs, s'appliquent à toute évolution de systèmes complexes, que ceux-ci relèvent des sciences de la nature, des sciences de la vie ou des sciences sociales.

Appartiennent aussi à cette seconde catégorie des analyses qui utilisent le cadre prigoginien de façon plus métaphorique. Elles consistent à considérer comme relevant de l'évolution tout changement économique graduel irréversible. On peut rattacher à cette perspective les travaux actuels privilégiant les concepts d'irréversibilité, de non linéarité, d'effet de seuil, de mutation, de bifurcation. Les avancées récentes en matière de théorie de la croissance sont à cet égard particulièrement révélatrices. Désormais, le sentier de croissance n'est plus unique car des bifurcations peuvent apparaître, entraînant le basculement d'un équilibre dynamique à un autre. La position initiale du système importe alors pour déterminer le type d'évolution qui sera observé. Par l'introduction d'aléas stochastiques, on montre alors que l'état final du système peut dépendre des événements ainsi que des fluctuations intervenus dans la phase initiale. Ceci fait d'ailleurs dire à Boyer, Chavance, Godard (1991, p. 17) que « la thermodynamique non linéaire n'a pas été sans influencer le renouveau d'intérêt des économistes pour les systèmes dynamiques eux-mêmes non linéaires ». En effet, l'interprétation du système économique comme ensemble de structures dissipatives, permet, d'une part, de mieux comprendre les mutations économiques qui apparaissent comme les étapes d'un processus de morphogenèse, d'autre part, d'introduire une nouvelle vision de l'irréversibilité qui n'est plus déterministe, mais soumise à des « nouveautés » ou des « surprises ».

4.2. Le paradigme du vivant : au cœur de l'économie écologique

On peut remarquer toutefois que toutes ces analyses perdent de vue le fait que la thermodynamique prigoginienne complète sans les récuser les enseignements de la thermodynamique

72. Voir aussi dans David (1985) le célèbre exemple du clavier QWERTY des machines à écrire anglo-saxonnes.

73. Par exemple, Axelrod (1984) montre qu'un mécanisme évolutionniste dans lequel les stratégies coopératives sont favorisées dans le processus de sélection et les stratégies non coopératives rejetées peut évidemment faire émerger à terme les seules stratégies coopératives. Il le montre à l'aide de programmes d'ordinateur donnant diverses stratégies de jeu dans le dilemme du prisonnier.

classique. Elles ont donc tendance à oublier totalement la première et surtout la seconde loi de la thermodynamique qui ont permis la vision circulaire des relations entre l'économie et l'environnement naturel, si bien représentée par la figure 1.3, proposée par l'École de Londres.

Cela signifie que la véritable ampleur de l'apport du paradigme du vivant ne peut se saisir que dans le cadre d'une analyse des relations entre économie et environnement.

4.2.1. La « coévolution » : l'instabilité des contraintes écologiques absolues

C'est probablement dans les travaux de la nouvelle école qualifiée d'économie écologique (Ecological Economics) que l'influence de ce paradigme est la plus manifeste et la plus intéressante. L'économie écologique se définit elle-même de la façon suivante : « L'économie écologique diffère de l'écologie conventionnelle par l'importance qu'elle donne à l'homme en tant qu'espèce et par l'accent qu'elle met sur l'importance mutuelle de l'évolution culturelle et biologique. » (Costanza, 1989, p. 4.) Même si certains de ses tenants, tel Daly, sont plus proches du paradigme précédent, son inspiration évolutionniste est claire : « Le concept d'évolution est une notion-guide à la fois pour l'écologie et l'économie écologique. L'évolution est le processus de changement dans les systèmes complexes à travers la sélection de traits transmissibles. Que ces traits soient les formes et les caractéristiques programmées du comportement des organismes transmis génétiquement ou les institutions et les comportements culturels transmis par des artefacts culturels, livres ou contes au coin du feu, ils relèvent tous de processus d'évolution. L'évolution implique un système d'adaptation dynamique de non-équilibre, plutôt que le système d'équilibre statique que suppose souvent l'économie conventionnelle. » (Costanza, 1989, p. 6⁷⁴.)

Tout l'intérêt de cette influence évolutionniste s'appréhende à travers le concept de « coévolution » développé par Norgaard (1984, 1988) et qui constitue l'une des références majeures de ce courant. La coévolution est un concept dérivé directement de la biologie selon lequel un processus d'évolution est basé sur l'interaction réciproque de deux espèces interagissant de façon étroite. Norgaard l'a étendu aux interactions pouvant exister entre deux systèmes évolutifs, en l'occurrence le système socio-économique et le système écologique. La coévolution existe lorsque survient un changement dans une partie de l'un des systèmes, qui provoque de multiples changements dans les mécanismes de rétroaction. Pour Norgaard, cette interaction coévolutive entre systèmes écologiques et sociaux passe par les flux énergétiques. Un surplus énergétique existe dès lors que les flux d'énergie disponible représentent « plus que ce dont le système écologique a besoin pour maintenir le mélange actuel caractérisant la biomasse et plus que ce dont le système social a besoin pour maintenir le montant et la répartition du bien-être de sa population. Du surplus d'énergie peut, soit intentionnellement soit fortuitement, résulter une nouvelle interaction entre système social et système écologique. Le développement coévolutif se produit si 1) cette nouvelle interaction est préférée par la société, quelle que soit la combinaison de moyens individuels ou collectifs par laquelle la société agit sur les préférences, 2) l'interaction aboutit à un surplus énergétique permanent, et 3) ce surplus est dirigé vers de nouveaux changements préférés » (Norgaard, 1988). On voit que pour Norgaard le développement coévolutif a nécessairement un caractère cumulatif.

Norgaard (1992, p. 79) exprime aussi cette « coévolution » dans un langage typiquement évolutionniste : « Les hommes ont pris part à ce processus d'évolution qui a commencé il y a

74. Costanza (1989, p. 6) note quelques lignes plus loin : « L'Économie écologique utilise une définition extensive du terme "évolution" pour y faire entrer aussi bien le changement biologique que le changement culturel. »

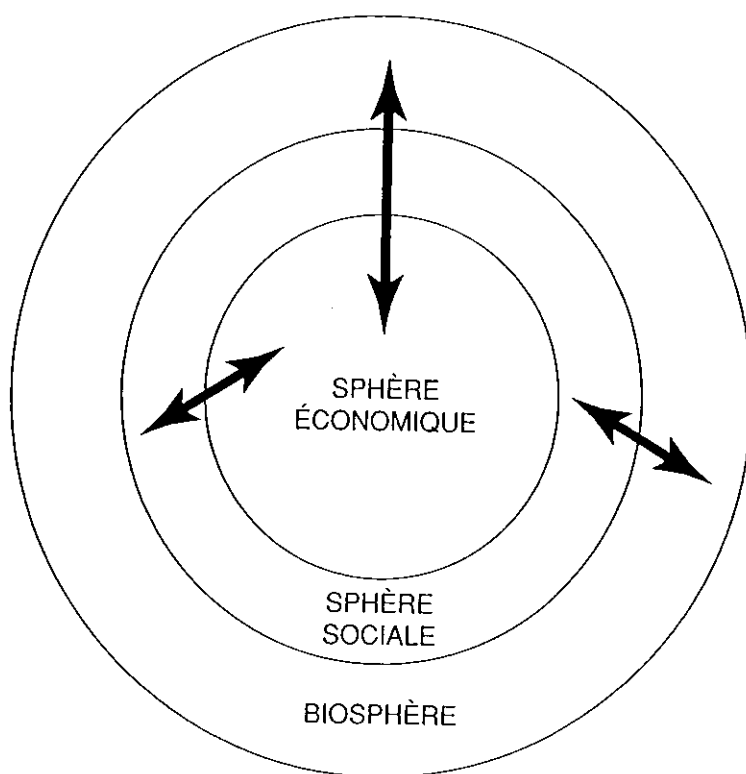
trois millions d'années [...]. Les hommes anciens ont exercé une pression sélective sur les espèces par la chasse et la cueillette. En même temps la chasse et la cueillette ont sélectionné comme chasseurs et cueilleurs effectifs les hommes les mieux à même de survivre et d'avoir un grand nombre d'enfants. Plus tard, les hommes ont exercé une pression sélective sur la biosphère à travers leurs pratiques agricoles de déforestation et de défrichement, en éliminant certaines espèces et en encourageant certaines autres, en sélectionnant les variétés les plus productives, en enrichissant le sol et même en l'irriguant. Ces transformations facilitèrent l'évolution des espèces incapables de survivre sans l'homme. L'agriculture en retour sélectionna parmi les humains des capacités de perception et des qualités physiques différentes de celles requises par la chasse et la cueillette. Les hommes et leur environnement avaient coévolué.»

Certains, comme Passet (1979), expriment une idée comparable dans une optique moins darwinienne et plus systémique. Il reprend l'analyse de Prigogine et Stengers (1979) qui considèrent que l'économie fait figure de système ouvert vivant de ses échanges matériels et énergétiques avec son environnement et recevant une source de néguentropie de l'information structurante qui la parcourt.

«Or, l'économique, activité rationnelle menée par des êtres conscients, est, par essence, transformation de la nature. Ses relations avec cette dernière se situent à deux niveaux : — celui d'un prélèvement de matériaux auxquels sont données des formes utiles (et qui se trouvent donc "informés", au sens aristotélicien du terme); de ce point de vue, il s'agit d'une activité structurante, créatrice d'ordre, participant au développement de la vie; — celui d'une restitution de produits résiduels qui se trouvent "déformés" après utilisation; et en cela l'économique apparaît comme une activité destructurante, destructrice d'ordre, c'est-à-dire contribuant à la dégradation du milieu dans lequel elle se développe. À ce propos nous parlerons plus loin de néguentropie et d'entropie.» (Passet, 1979, p. 12-13).

En raison de l'interdépendance ou, plus exactement, de la «coévolution» des systèmes sociaux-économiques et écologiques, que l'on peut représenter (fig. 1.6 page suivante) sous forme de trois sphères imbriquées, comme le propose Passet (1979), le dérèglement par la sphère économique de la sphère écologique qui l'englobe n'est pas sans effet sur elle-même. Au-delà d'un certain seuil de perturbations subies, les niveaux inférieurs rétroagissent de façon plus ou moins violente. Le système écologique peut supporter que l'économie transgresse ses lois tant que ne sont pas remises en cause ses conditions d'équilibre fondamentales. En revanche, lorsque les impacts menacent sa reproduction et ses mécanismes de régulation, des réactions se font jour qui mènent à des points de bifurcation qui marquent alors les changements possibles de la morphogenèse à partir desquels un nouvel état apparaît.

En fait, dans l'analyse des liens entre économie et environnement qu'offre ce nouveau paradigme, il apparaît que les hommes dans leurs activités productives ne sont pas seulement des utilisateurs d'énergie et de matière première soumis à l'entropie, mais qu'ils sont aussi des inventeurs et des constructeurs, à la source d'information ou de néguentropie. Il n'y a remise en cause ni des enseignements de la thermodynamique classique, ni de l'intérêt de la vision ouverte qu'elle offre des liens entre économie et environnement. On conserve bien l'idée d'irréversibilité, mais cette irréversibilité est perçue comme créatrice. C'est dans cette perspective que la notion schumpeterienne de «destruction créatrice» appliquée à l'économie des ressources naturelles et de l'environnement prend toute sa pertinence. En d'autres termes, il faut certes tenir compte des contraintes écologiques absolues imposées par les deux premières lois de la thermodynamique, mais ces contraintes ne doivent pas être considérés comme fixes ou constantes. Elles se modifient en fonction de la «coévolution».



(D'après Passet, 1979.)

FIG. 1.6 — Les trois sphères

Elles sont instables. L'environnement n'est donc pas seulement source de contraintes s'exerçant sur le système économique et en particulier sur la croissance économique. Il peut être aussi source d'opportunités et d'ouvertures, par exemple en incitant à de nouvelles formes d'organisation économique provenant soit d'un changement technologique majeur, tel celui que le recours généralisé à l'énergie solaire pourrait induire, soit d'une modification du mode de régulation, soit encore de l'apparition de nouvelles formes de besoins⁷⁵.

L'« invention » et l'« innovation » apparaissent comme sources de la néguentropie et se manifestent par le biais du progrès technique. Ainsi l'approche dite « néo-autrichienne » de l'environnement (Faber, 1985; Faber et Proops, 1990; Faber, Niemes, Stephan, 1987; Proops, 1985), partie prenante de l'école de l'économie écologique, a-t-elle pour objectif de développer des modèles d'interaction sur le long terme entre économie et environnement,

75. Debeir, Deléage, Hémerly (1986) montrent que c'est seulement à partir du moment où l'homme a utilisé, en plus de l'énergie mécanique fournie par la force physique de son propre corps et du don gratuit de la nature, issu de l'énergie solaire, des sources énergétiques additionnelles, telles que les animaux ou le bois, et qu'il a su capter cette énergie solaire à travers l'agriculture, qu'un surplus a pu être dégagé. Seule l'apparition de ce surplus a permis à l'homme de se consacrer à d'autres activités que celles de sa propre survie et de réaliser un « bond en avant ». La succession des formes énergétiques n'a fait qu'accroître ce surplus tout en amorçant le développement économique. Chaque métamorphose du système énergétique a profondément modifié les structures du système économique et l'on peut même dire que le passage d'une grande mutation économique à une autre s'est fait simultanément à un changement radical de la nature des sources énergétiques dominantes.

faisant intervenir à la fois les lois de la thermodynamique et la notion d'évolution à travers l'innovation. Cette double référence est explicite : pour Faber et Proops (1990), en effet, l'asymétrie temporelle, c'est-à-dire le fait que le passé connu s'oppose au futur inconnu, s'accompagne d'une double irréversibilité symbolisée par « les deux flèches temporelles ». La première flèche est celle de la dégradation et de la dissipation, telles que les retrace la loi d'entropie. La deuxième flèche est celle du développement et de l'évolution, les systèmes les plus simples devenant plus complexes, l'évolution et la différenciation des espèces se faisant jour (Benhaïm, Schembri, 1995).

Les néo-autrichiens rejoignent en cela une idée avancée par Norgaard lorsqu'il s'oppose à l'état stationnaire de Daly : grâce au progrès technologique, la loi d'entropie peut être contrebalancée par une meilleure utilisation de l'énergie solaire qui représente l'avantage d'être inépuisable et non polluante. Cette position n'est pas pour autant similaire à celle des théoriciens dits de la « backstop technology », selon lesquels il n'est pas utile de se préoccuper des contraintes environnementales car, avec le progrès technique, on finira bien par développer une nouvelle source énergétique (en l'occurrence l'énergie solaire) sur une base inépuisable. En effet, les auteurs qui s'en remettent à l'arrivée de la « backstop technology » ne tiennent compte ni de l'incertitude liée à cette éventualité, ni de la phase de transition qui peut entraîner des changements irréversibles du système écologique. Par exemple, si l'on ne fait rien contre l'accroissement de l'effet de serre en attendant que la « backstop technology » soit disponible, il est fort possible que le jour de son arrivée les humains ne soient plus là pour bénéficier de tous ses bienfaits.

« Étant donné notre haut niveau d'incertitude [...], il est irrationnel de miser sur la capacité de la technologie à repousser les contraintes de ressource. Si nous nous trompons, alors le résultat serait la destruction désastreuse et irréversible de notre base de ressources et de notre civilisation elle-même. Nous devons supposer, au moins pour le temps présent, que la technologie ne sera pas capable de repousser les contraintes de ressources. Si elle l'est, nous serons agréablement surpris. Si elle ne l'est pas, nous en aurons au moins tiré un système soutenable. » (Costanza, 1991a, p. 7.)

Dans cette optique, les institutions ont un rôle important à jouer. Il est indispensable que les sociétés humaines infléchissent les systèmes technologiques dans la direction vers laquelle ceux-ci tentent spontanément de ce diriger, ainsi que le fait toute structure dissipative lorsque sa trajectoire rencontre un point critique. D'où le développement, depuis le début des années quatre-vingt-dix de ce que l'on qualifie de courant des institutionnalistes de l'environnement (Söderbaum, Opschoor, Dietz, Van der Straaten) qui partagent eux aussi les approches de l'école de l'économie écologique en matière de coévolution⁷⁶. Afin d'éviter la lourdeur et le risque de « dictature écologique » que feraient courir des institutions où les décisions seraient prises par un « despote éclairé » au niveau mondial, ils préconisent des principes très proches « du principe de contrainte minimale » ou encore de la « décentralisation par niveaux d'organisation » proposés par René Passet. « Ce principe paraît être que toute décision devrait être prise "au" et "par le" niveau d'organisation où elle développe ses

76. Swaney (1987, p. 295) par exemple estime qu'une « approche holiste des systèmes pour aborder les problèmes environnementaux doit débiter par la reconnaissance selon laquelle les systèmes socio-économiques coévoluent avec les systèmes naturels ». Il écrit aussi : « La greffe de la coévolution sur l'arbre institutionnel rend le modèle néo-institutionnaliste encore plus holiste. Ce modèle ainsi étendu est également plus évolutionniste, parce qu'il intègre des progrès récents de l'écologie qui montrent que l'évolution humaine n'intervient pas d'une façon isolée par rapport à celle des autres systèmes mais au contraire en interaction avec eux. [...] Cette greffe clarifie et enrichit notre paradigme. » (Swaney, 1985, p. 852.)

conséquences; "plus" et "moins" sont également néfastes. En d'autres termes, une pollution de type local ne devrait impliquer qu'une décision au niveau d'une institution territoriale ou nationale; alors qu'une pollution de type global nécessite la mise en place d'institutions mondialisées.» (Passet, 1979, p. 233). Par ailleurs, si le marché permet de régler le problème environnemental en question, par exemple par le biais de l'internalisation des effets externes, il n'est pas nécessaire de recourir à une autre forme d'institution. De même, les choix effectués aux différents niveaux institutionnels doivent être issus d'un véritable processus délibératif pour éviter au maximum les mauvais choix de type «lock in» (Arthur, 1989). Toutefois, nous devons préciser que peu de modalités pratiques sont proposées par les institutionnalistes de l'environnement, qui pour le moment n'ont pas dépassé le stade du programme de recherche et relie encore mal leur problématique à la question de la genèse des institutions face aux sollicitations de l'environnement (Froger, 1993).

4.2.2. Une gestion de la multidimensionnalité

Au fond, les membres de l'école de l'économie écologique se situent à mi-chemin entre l'optimisme irraisonné des analyses économiques des ressources naturelles et de l'environnement s'inscrivant dans la plus pure orthodoxie néoclassique et le pessimisme tout aussi irraisonné des approches de l'état stationnaire. Ils se définissent eux-mêmes comme des «sceptiques prudents» (Costanza, 1991a), laissant une large part d'initiative à l'homme lui-même, ou plus exactement aux sociétés humaines, pour comprendre et gérer la coévolution des systèmes économiques et écologiques.

Ceci explique que les auteurs du courant de l'économie écologique utilisent de façon complémentaire les outils, évaluations, concepts et modèles de l'économie standard et ceux de l'écologie ou même de la thermodynamique. Leur approche des problèmes d'environnement et de ressources naturelles est non seulement multidimensionnelle, mais également multidisciplinaire. C'est dans cette perspective que certains peuvent utiliser à la fois les évaluations fondées sur les préférences individuelles ou collectives et celles relevant de l'analyse énergétique; ces dernières permettent d'élaborer des indicateurs signalant plus rapidement l'atteinte de certains seuils critiques environnementaux, que ne le feraient des indicateurs de marché tels que les prix. En effet, au niveau du système écologique, l'évaluation monétaire n'existe pas. Avant de se répercuter sur la sphère économique, une perturbation environnementale ne sera donc perceptible qu'au moyen d'instruments de mesure biologiques ou physiques. L'évaluation énergétique offre, dans ce domaine, un moyen d'agréger certaines indications physiques, telles que le temps de reconstitution d'une ressource (voir chapitre 8).

De même, toutes les avancées de l'économie standard en matière d'endogénéisation et de mesure du progrès technique, ainsi que celles faites dans l'étude de la substituabilité entre facteurs de production, intéressent au premier chef les auteurs de l'approche de l'économie écologique. Rappelons en effet que ceux-ci se préoccupent non seulement des irréversibilités et des incertitudes apparaissant dans le sens économie → environnement, mais également de celles existant dans le sens environnement → économie; c'est d'ailleurs ce qui les différencie essentiellement des auteurs n'intégrant que les enseignements de l'école thermodynamique. Dans ces conditions, l'homme a une importance et une responsabilité supérieures à celles de toutes les autres espèces; il est à la fois le responsable de l'insoutenabilité et le garant de la soutenabilité, car lui seul est à même d'infléchir consciemment la tendance entropique du système. Le point de vue de cette école reste donc fondamentalement anthropocentrique. Toutefois, elle associe utilitarisme et non utilitarisme, présentisme

et « futurisme », grâce à la prise en compte et à la gestion des temporalités propres à chaque système en coévolution. L'analyse de l'asymétrie du temps par l'approche néo-autrichienne est à cet égard particulièrement révélatrice. Elle semble en particulier à même de traiter simultanément équité intra- et intergénérationnelle. Cette équité intergénérationnelle semble d'ailleurs en général d'autant mieux appréhendée que l'on ne recourt pas uniquement à une évaluation fondée sur les préférences pour la gestion des biens et services environnementaux. En faisant appel à des mesures physiques, on tient compte de la temporalité écologique et par là même on résout le problème, sous-jacent à toute évaluation environnementale reposant sur la révélation des préférences, posé par la différence de temporalité entre l'espérance de vie des sociétés humaines et celle des individus.

Enfin, pour l'économie écologique, l'optimisation n'est plus la règle, non seulement en raison de l'incertitude quant au devenir coévolutif des systèmes économiques et écologiques, mais aussi parce qu'en ce domaine les fonctions-objectifs sont multiples. À côté des objectifs économiques et sociaux doivent être intégrés des objectifs écologiques qui sont en interrelation avec les premiers. Il faut alors définir parmi différentes options possibles des solutions « satisfaisantes » selon le principe simonien de la rationalité procédurale. Ce principe, qualifié également de principe des buts intermédiaires, est bien adapté aux situations où les données du problème d'optimisation ne sont pas entièrement définies. On peut d'ailleurs rappeler à cet effet que Simon lui-même indique (1978, p. 504) que les domaines où une théorie de la rationalité procédurale sont utiles, « sont les domaines qui sont trop complexes ou trop sujets à l'incertitude ou qui évoluent trop rapidement pour permettre de découvrir objectivement l'action optimale à entreprendre ». Il est particulièrement intéressant pour notre propos de noter que, parmi les exemples donnés par Simon, se trouvent des problèmes environnementaux tels que les pluies acides ou le changement climatique (Simon, 1991, p. 267). Cette méfiance à l'égard de l'optimisation explique pourquoi de nombreux auteurs se réclamant de l'économie écologique tendent à privilégier les modèles de simulation, notamment la modélisation systémique (Méral, Schembri, Zyla, 1994).

On peut toutefois noter que l'économie écologique, malgré les grandes promesses qu'elle laisse entrevoir, constitue essentiellement un programme de recherche et ne revêt pas encore un caractère stabilisé. L'importance et l'enjeu de la tâche ne doivent pas être sous-estimés. Pour l'économie écologique, il s'agit de convaincre qu'il faut abandonner l'idée de construire une économie *des* ressources naturelles et de l'environnement pour reconstruire l'économie *avec* les ressources naturelles et l'environnement, tout en proposant des moyens pour parvenir à cette fin (Faucheux et Passet, 1995).

Quatrième partie

LE DÉVELOPPEMENT SOUTENABLE

INTRODUCTION

Peu de concepts ont attiré autant d'attention politique et académique que celui de développement soutenable. Ce dernier constitue un objectif politique pour de nombreuses nations. D'ailleurs, il occupe une place de choix dans les paragraphes de l'agenda 21, où sont répertoriées les actions mondiales adoptées au Sommet de la Terre à Rio de Janeiro en juin 1992.

On peut y lire : « Afin de concilier les défis de l'environnement et du développement, les États ont décidé d'établir un nouveau partenariat global. Ce partenariat incite tous les États à s'engager dans un dialogue constructif et massif, inspiré par le besoin d'atteindre une économie mondiale efficiente et équitable, gardant en vue le fait que l'interdépendance de la communauté des nations et le développement soutenable devraient devenir à cet égard une priorité sur l'agenda de la communauté internationale. » (CNUED, 1992, § 2.1.)

On peut noter qu'à l'issue de cette conférence a été adoptée une convention internationale sur le développement soutenable dont l'importance n'est pas moindre que celle des conventions sur le changement climatique et la biodiversité.

Le développement soutenable est donc devenu un objectif hautement prioritaire.

Ce dont il question est avant tout un développement économique soutenable, le qualificatif de soutenable indiquant la durée, la continuité. Le développement économique peut être défini strictement en termes de PNB réel par tête ou de consommation réelle par tête, mais il peut aussi être élargi pour inclure d'autres dimensions telles que l'éducation, la santé, la qualité de vie et bien sûr la qualité de l'environnement (UNDP, 1992). En d'autres termes, le concept de développement soutenable représente une tentative pour aller au-delà du simple énoncé des limites physiques à la croissance économique (à la manière du rapport Meadows. Voir première partie, chapitre 1) et pour rechercher comment, en quels termes et dans quelle proportion les objectifs socio-économiques traditionnellement liés à la croissance peuvent être conciliés avec le souci de la qualité environnementale et les préoccupations d'équité intertemporelle (O'Connor, 1991). Pour certains ce concept tendrait même à devenir le « paradigme du développement pour les années 1990 » (Lele, 1989).

Le développement soutenable est donc multidimensionnel puisqu'il renvoie théoriquement aux dimensions économique, sociale et écologique. En outre, il s'agit d'un concept normatif comme le font remarquer Pearce, Barbier et Markandya (1990) qui l'appréhendent comme « un vecteur d'objectifs sociaux désirables c'est-à-dire une liste d'attributs que la société cherche à atteindre ou à maximiser ». Le choix de ces objectifs fait alors inévitablement l'objet de jugements basés sur les valeurs prédominantes et sur des normes éthiques.

L'ensemble de ces caractéristiques, génératrices d'une certaine confusion, font que le concept de développement soutenable est souvent utilisé comme une boîte noire. Certes, l'ensemble des approches partagent la définition du rapport Brundtland qui a rendu ce terme si populaire, à savoir : « le développement soutenable répond aux besoins du présent sans

compromettre la capacité pour les générations futures de satisfaire les leurs.» (WCED, 1987.) Elles mettent également en avant les principes fondamentaux que nous avons traités au cours de la première partie, à savoir les relations entre économie et environnement, la préoccupation du long terme, la prise en compte de l'équité et la prise de décision en «incertitude forte». Il n'est donc pas étonnant que ce concept, au cœur des discussions contemporaines concernant la gestion des ressources naturelles, de l'environnement et du développement économique ne soit pas aisément saisissable et soit interprété différemment par les économistes, les écologistes, les philosophes. Même parmi les économistes, il existe des divergences d'interprétation importantes, si l'on en croit Pezzey (1989) qui recense plus de vingt significations différentes dans la littérature.

Toutefois, définir le développement soutenable ne permet pas de déterminer les conditions nécessaires et suffisantes pour l'atteindre ni de mesurer la soutenabilité. Il s'agit alors de proposer, non seulement *des règles*, mais aussi *des indicateurs de soutenabilité*. Cela implique de déterminer d'abord à quelles conditions un pays se situe sur un sentier de développement soutenable, puis de mesurer le degré de sa soutenabilité en fonction de la distance entre le sentier effectif sur lequel il se trouve et le sentier soutenable. Il est alors évident que la façon d'aborder le développement soutenable a des conséquences sur le choix des règles et indicateurs de soutenabilité.

L'objectif de cette partie consacrée au développement soutenable est d'identifier les problèmes qui semblent les plus saillants dans l'analyse économique de la soutenabilité et de présenter les diverses analyses qui traitent de cette question.

Un clivage important existe entre deux interprétations opposées du développement soutenable. La première, qualifiée de «soutenabilité faible» conduisant à la règle dite de Hicks-Hartwick-Solow (HHS), traite la soutenabilité comme une nouvelle forme d'efficacité économique étendue à la gestion des services de la nature. Les tenants de la «soutenabilité forte» considèrent, quant à eux, que l'efficacité est un critère inadéquat pour satisfaire les préoccupations du développement soutenable et proposent des règles de soutenabilité impliquant, soit l'état stationnaire (Daly, 1991a; Daly et Cobb, 1989), soit une *volonté* d'intégrer préoccupations économiques et écologiques (Common et Perrings, 1992; Perrings, 1994).

Les deux chapitres de cette partie, en étudiant successivement la soutenabilité faible (chapitre 7) et la soutenabilité forte (chapitre 8), visent à expliquer en quoi s'opposent ces deux grandes approches économiques de la soutenabilité, notamment dans leurs propositions de règles et d'indicateurs.