

**AFSCET**

**Revue Internationale de**  
**systemique**

**Revue**  
**Internationale**  
**de Sytémique**

**volume 08, numéros 4-5, pages 345-351, 1994**

Présentation

Sylvie Fauchaux, Martin O'Connor

[Numérisation Afscet, septembre 2015.](#)



Creative Commons

**Revue Internationale de**

# systemique

ÉCONOMIE ÉCOLOGIQUE  
ET  
SYSTÉMIQUE

Vol. 8, N° **4-5**, 1994

**afcet**

DUNOD

les représentations humaines ne s'effondrent pas au premier vent puisqu'elles ont pour objet d'affirmer une certaine cohérence des choses par-delà la mobilité des événements. Mais les systèmes de pensée – comme tous les autres – ne sauraient subsister qu'en évoluant: ne traverse l'épreuve du temps que ce qui comporte un certain nombre d'invariants: mais, ne maintient ses invariants que ce qui sait s'adapter: dans ses ouvrages, Régis Debray comparait le théâtre du monde à un spectacle au cours duquel les acteurs entreraient sur le plateau en portant au visage le masque de la scène précédente. Plus personne n'y comprendrait rien. A commencer par ceux qui se donnent pour mission d'éclairer les autres et dont la tâche la plus urgente consiste à savoir appréhender le réel derrière les masques du passé.

#### Notes et références

1. Dans un premier mouvement, ils rejettent l'idée d'entropie, mais la suite de leur correspondance montre qu'en fait, ils finissent par l'accepter (PASSET R., *La pensée marxienne sous les feux de la thermodynamique*, Paris, Economica, 1984).
2. PASSET R., Production, emploi, revenu: le divorce, *Futuribles*, avril 1989.

#### PRÉSENTATION

Sylvie FAUCHEUX<sup>1</sup> et Martin O'CONNOR<sup>2</sup>

Interpellée par les menaces et les atteintes environnementales dont nous mesurons de plus en plus l'ampleur et les conséquences pour la survie à long terme de l'espèce humaine, l'économie de l'environnement tente de réintégrer la dimension naturelle dans le champ de l'analyse économique. Mais quelles démarches méthodologiques et épistémologiques se montreront adéquates pour cette nouvelle « prise en compte » de la dimension écologique ? De nombreuses approches coexistent. Celles-ci vont d'un simple élargissement des théories économiques en vigueur (coût marginal, valeur monétaire du capital naturel) jusqu'à des remises en cause bien plus radicales. Parmi ces dernières, certaines proposent d'appréhender l'économie comme un ensemble de processus inscrits dans une biosphère ayant ses modes de fonctionnement propres. Une telle démarche s'accompagne de la recherche de concepts et de représentations appropriés pour décrire les phénomènes économiens et leurs relations aux dimensions écologiques. Cette quête s'oriente notamment vers les sciences de la nature, dans l'espoir d'y trouver des concepts pertinents afin de compléter (voire, pour certains auteurs, remplacer) les outils purement économiques. En particulier, il est souvent fait appel au « paradigme » du système: on parle ainsi de *système économique* et de *système écologique* ou encore de *méta-système écologico-économique*.

Le recours à l'outil systémique n'est guère surprenant puisque, par définition, l'économie de l'environnement ne peut qu'avoir une forte dimension pluridisciplinaire. Toutefois l'invocation du seul mot système, même accompagné du qualificatif de plus en plus répandu de « complexe », n'assure en rien une pluridisciplinarité authentique ouverte sur la « complexité » des débats et des conflits sociaux.

Le propos de ce numéro spécial de la *Revue Internationale de Systémique* est d'examiner les nouveaux enjeux et les nouvelles approches méthodologiques d'une gestion environnementale dans les sociétés industrielles modernes. On peut com-

1. C3E, Université Paris-I, 90, rue de Tolbiac, 75634 Paris Cedex 13.

2. Department of Economics, University of Auckland, Private Bag 92019, Auckland, New Zealand.

prendre la crise de l'environnement de façon dialectique. D'un point de vue biophysique, on peut en effet distinguer deux grandes sources de « contradiction » inhérentes à la crise écologique des sociétés industrialisées. La première réside dans le fait que la planète est matériellement finie, ce qui implique l'existence de limites biophysiques au processus d'accumulation du capital et à l'expansion de la consommation à l'échelle mondiale. La seconde tient au fait que, contrairement à leur capacité de conception et de régulation de la production industrielle de marchandises, les sociétés humaines ne contrôlent pas (et n'ont pas la capacité de contrôler) la reproduction et les modifications des écosystèmes complexes ni les conditions « naturelles » de la biosphère dont nous dépendons tous.

Une partie des contributions composant ce numéro visent à expliquer et illustrer comment les problèmes de conflits sociaux et d'incertitude, qui sont au centre du débat sur la gestion de l'environnement, imposent à la science des rôles bien différents que ceux attendus d'elle à l'ère industrielle. Les représentations de la nature fournies par les sciences dites naturelles (la physique, la chimie, la biologie et, plus récemment, l'écologie) sont toujours, en partie, le reflet des motivations et des préoccupations dominantes de la société. Par exemple, la vision de l'énergie de la thermodynamique du XIX<sup>e</sup> siècle, reflète intimement la préoccupation sociale sous-jacente centrée sur la capacité des hommes et des machines à fournir du « travail utile ». L'analyse économique tendait alors à représenter une économie humaine comme une machine dont on pouvait prédire le fonctionnement et que l'on pouvait contrôler mécaniquement. Sans doute les économistes du siècle dernier furent conscients de la dépendance des économies industrielles à l'égard des services de la nature et des secteurs agricoles, ainsi que des dégradations environnementales et humaines associées aux processus de fabrication industriels. Mais jamais ils ne théoriseront systématiquement les interdépendances entre la production industrielle et les changements dans le milieu environnant. La vision du XIX<sup>e</sup> siècle du progrès matériel (décrit aujourd'hui comme croissance économique) reposait sur la perception tacite que les « services » nécessaires de la nature – tels que les sources de matières premières, les sites, les paysages et les décharges – étaient essentiellement indestructibles et/ou inépuisables.

Dans cette représentation de la machine économique productive, le rôle de la science était relativement simple. Elle fournissait la base de connaissance permettant l'augmentation de la productivité et les innovations en matière de produits et de technologies de production. Le progrès scientifique et le progrès économique (amélioration de la productivité et croissance de la production) étaient ainsi étroitement liés. Aujourd'hui cependant, la science nous informe de la finitude de notre capital écologique, de la fragilité de notre biosphère en tant qu'habitat collectif et

système de support de la vie, et des compromis entre le présent et le futur qui sont associés à l'utilisation des ressources naturelles (telles les forêts ou les pêcheries), à la dégradation des sols, à la production de déchets et de pollutions.

Avec la croissance des incertitudes technologiques et écologiques, ainsi que l'aggravation des conflits liés à la répartition économique et à l'accès aux biens et services écologiques, il n'existe plus d'équation simple liant la science, le progrès et la croissance. Ceci impose une modification importante du rôle de la science dans la prise de décision politique. En effet, le fait que nous opérons au sein même de systèmes naturels et sociaux complexes s'avère crucial. Nous avons besoin pour la science d'une épistémologie qui soit adaptée à la grandeur des risques écologiques et aux exigences du processus social de résolution des conflits.

La recherche d'une nouvelle épistémologie sociale est le thème central de l'article qui ouvre ce numéro spécial. Les auteurs en sont Silvio Funtowicz et Jérôme Ravetz, deux philosophes qui depuis plusieurs années se sont occupés des problèmes de risques technologiques et sociaux et d'incertitude scientifique. Ils inscrivent leur propos dans la perspective de « *La Science Post-Normale et les Systèmes Émergents Complexes* ». Pour eux, les systèmes émergents complexes tels les systèmes socio-écologiques modernes, sont caractérisés (par définition) par un haut degré d'indétermination et de tension. Celui-ci est corrélé aux interdépendances physiques et sociales des processus de production ou de consommation et de l'action politique – interdépendances qui se manifestent à travers de nombreuses échelles spatiales et temporelles différentes. Or ce type de système ne peut pas être corrigé selon les préceptes des paradigmes classiques que sont la mécanique, l'ingénierie ou même la régulation cybernétique.

Selon ces auteurs, l'analyse de la complexité émergente nécessite une pensée dialectique, dans laquelle « contradiction » et « tension » s'avèrent les concepts clés. Dans la complexité appelée ordinaire, la situation la plus courante est une complémentarité de compétition et de coopération, avec une diversité d'éléments et de sous-systèmes. Par contraste, ce qu'ils appellent la « complexité émergente » oscille fréquemment entre hégémonie et fragmentation (celle-ci étant un conflit entre plusieurs tentatives d'hégémonie). Ils utilisent une métaphore mathématique, celle d'un espace de phases multidimensionnel afin d'illustrer formellement l'idée de la pluralité de perspectives légitimes qui est le point de départ d'une analyse scientifique de la diversité et du changement social et écologique. La complexité émergente, expliquent ces auteurs, est donc un appareil heuristique pour décrire et analyser dans le cadre conceptuel de la théorie des systèmes, ce qui est authentiquement humain. Ils précisent qu'un des résultats possibles de la « prise en compte de la complexité » pourrait être la modification de la place de la science, celle-ci pouvant devenir l'instrument spécifique des tentatives d'hégémonies militaires et

politiques. Une alternative plus créatrice cependant, résiderait dans la pratique d'une science « post-normale » dans laquelle l'information scientifique fournit une aide pour les processus de choix sociaux démocratiques controversés.

D'autres contributions fournissent les démonstrations tantôt méthodologiques, tantôt scientifiques et appliquées, de la pertinence de cette ouverture sur la complexité et sur le temps comme axe d'action historique, d'irréversibilité et de création (parfois destructrice). Les articles de Sybille van den Hove et de Martin O'Connor examinent la pertinence et les limites des concepts de la thermodynamique loin de l'équilibre et de la théorie des systèmes ouverts, pour suggérer comment nous pourrions aborder l'analyse de la codépendance entre les systèmes économiques (de production et consommation de marchandises et des infrastructures) et leurs environnements biophysiques. Puis trois articles traitent, dans trois champs scientifiques différents, des questions du changement technologique et de la gestion environnementale dans une optique de la complexité : Mario Giampietro aborde le changement technologique dans l'agriculture et les enjeux de la science génétique pour la soutenabilité économique et écologique ; Peter Wills traite des risques et des enjeux autant métaphysiques qu'économiques et biologiques des applications imprudentes de la biotechnologie génétique ; Philippe Méral, Patrick Schembri et Eric Zyla étudient les implications pour la trajectoire économique future et les stratégies environnementales du choix nucléaire dans la politique économique française. Enfin, l'article de Sylvie Fauchoux, Géraldine Froger et Giuseppe Munda présente une méthodologie de rationalité procédurale destinée à permettre de traiter les problèmes de limites environnementales, d'incertitude, et de conflits sociaux dans l'élaboration des politiques de développement soutenable.

La thermodynamique occupe une place particulière dans l'analyse de l'économie et l'environnement en termes de théorie des systèmes. Dans son article « *Thermodynamique des systèmes loin de l'équilibre et économie de l'environnement* », Sybille van den Hove examine quelques-unes des contributions d'économistes faisant appel à la thermodynamique des systèmes loin de l'équilibre (ou « théorie des structures dissipatives ») en vue de construire une représentation du système économique inséré dans le système plus large que constitue la biosphère. L'objectif est d'illustrer comment l'économie peut s'enrichir en s'ouvrant aux sciences de la nature tout en ne perdant pas sa spécificité, notamment en ne niant pas son statut de science humaine. Ainsi, il est possible de ne pas tomber dans le piège de l'illusion d'une légitimité de « science dure » qui serait conférée quasi-automatiquement à l'économie par un recours à la physique, de même qu'il est possible d'éviter l'égarement métaphorique dans un « fouillis multidisciplinaire » risquant de s'avérer très vite stérile.

On observera d'ailleurs que la thermodynamique des structures dissipatives écarte tout déterminisme réducteur. En effet, les problèmes écologo-économiques majeurs auquel nous avons à faire face ont les caractéristiques fondamentales d'irréversibilité, d'incertitude et de complexité, trois dimensions qui sont traitées au sein de l'analyse des structures dissipatives. On peut donc y trouver un outil heuristique apte à intégrer ces aspects dans une véritable théorie écologo-économique – c'est-à-dire, qui permet de réinsérer l'économie dans le système englobant plus large que constitue la biosphère vue comme domaine de l'évolution historique. D'une part, la rationalité qui sous-tend la volonté d'ouverture de l'économie de l'environnement aux sciences de la nature (et en particulier à la thermodynamique) et l'appel à la scientificité des théories physiques dénotent une certaine volonté de vérité. Mais d'autre part, comme dans toute science sociale, l'obtention de principes d'action scientifiquement déduits reste impossible. Les approches les plus intéressantes sont celles dans lesquelles ce caractère d'indétermination et d'ouverture historique inhérent aux sciences sociales reste central et est utilisé en harmonie avec les apports des sciences de la nature.

Selon Martin O'Connor (« *Thermodynamique, Complexité et Codépendance Ecologique* ») le social et le naturel sont fortement enchevêtrés. Pour cet auteur la question capitale est de savoir comment il convient d'aborder la production et le changement social et technologique dans une perspective réellement « écologique ». Il décrit la dialectique de la production et de la sous-production, c'est-à-dire la réalité de la coévolution d'un système de production et de son environnement, le processus de production étant conçu comme un système essentiellement ouvert vis-à-vis de son environnement et *vice versa*, sans qu'aucun ne contrôle complètement l'autre. Ceci implique la reconnaissance de la nature complémentaire des déterminants internes et externes de l'organisation fonctionnelle et de l'activité de tout système complexe de production. Il s'agit, selon lui, du passage de « l'épistémé de production industriel », à « l'épistémé de production écologique » qui met l'accent sur l'action et la réaction, sur la création collective historique dans un temps réel et irréversible, face à l'incertitude. Pour comprendre la crise écologique, nous devons assumer l'ambiguïté d'être au sein d'un système ouvert en « crise de devenir » permanente. On rejoint ici certaines des idées-clés de la science post-normale de Funtowicz et Rawetz.

Les thèmes conjoints de la complexité, de l'irréversibilité, et de la non-contrôlabilité des changements écologiques provoqués par nos technologies modernes, sont au cœur des trois articles suivants. Dans « *Soutenabilité et développement technologique en agriculture* », Mario Giampietro aborde la question du changement technologique dans les secteurs agricoles faisant que, recourant notamment, au « génie technologique » (*genetic engineering*). Il propose que les enjeux de la

science génétique doivent être évalués explicitement en relation avec l'objectif de la soutenabilité économique et écologique. Ceci requiert, au-delà de l'analyse de l'efficacité physique et de la fiabilité économique, un contrôle sur la compatibilité des innovations technologiques avec la stabilité des processus écologiques. Une telle évaluation peut être abordée en prenant en compte les niveaux hiérarchiques dans l'analyse de systèmes ouverts complexes. On comprendra donc mieux les rétroactions complexes entre les niveaux différents d'organisation et de changement structurel.

Peter Wills, spécialiste de la science fondamentale biophysique, traite de la même question et de l'instabilité dans les systèmes écologiques pénétrés par la technique. Dans son article « *Correcting Evolution: Biotechnology's Unfortunate Agenda* », il lance une mise en garde contre l'optimisme parfois trop habile exprimé à l'égard de la science génétique. Dans un propos à la fois scientifique et normatif, il insiste davantage sur les risques graves des applications imprudentes de la biotechnologie génétique. Pour lui, les biotechnologies constituent les instruments d'une nouvelle industrie qui, en raison des échanges de gènes entre les organismes, risquent de déstabiliser tout le réseau de relations dynamiques propres à l'écologie et à l'évolution biologique. S'appuyant sur les avancées récentes de la théorie de l'organisation biologique, il montre comment la philosophie prédominante des ingénieurs génétiques se réduit à un matérialisme brut qui ne veut pas percevoir la réalité biologique dans sa vérité complexe et subtile. Le risque, est qu'à court terme l'association étroite entre science et marché libre de la biotechnologie, va permettre au système marchand mondial de pénétrer dans les éléments essentiels de la vie, bouleversant ainsi les limites et les équilibres naturels qui se sont construits lentement sur des millions d'années. Or nous n'avons ni la capacité technologique ni la sagesse sociale pour bien gérer les transformations irréversiblement déclenchées par ces aventures technologiques.

L'article de Philippe Méral, Patrick Schembri et Eric Zyla, « *Technological Lock-in and Complex Dynamics* », aborde un autre enjeu technologique et économique, le nucléaire. Ces auteurs explorent empiriquement, moyennant un modèle de simulation de dynamique de systèmes basé sur un tableau entrée-sortie énergétique et économique, les interactions entre le secteur nucléaire, l'industrie, et les émissions de CO<sub>2</sub>. Au-delà des résultats quantitatifs intéressants en eux-mêmes, l'analyse de simulation fait ressortir les enjeux de l'irréversibilité autant dans les effets infrastructurels des choix technologiques (en l'occurrence, le poids économique du choix nucléaire dans la politique française) que dans les changements écologiques éventuels. Même si la technocratie française a su gérer ce choix sans trop de conflit social ouvert, les ombres des déchets radioactifs et des doutes sociaux autour de la sécurité et, ainsi, de la légitimité du choix nucléaire, restent

sous-jacents au succès apparent de la stratégie énergétique française. Ces ombres risquent fort de resurgir (comme la « réversibilité imminente » de Baudrillard) pour infléchir de façon imprévisible l'avenir. La « complexité » dont parle le modèle de simulation réside donc non seulement dans la complication des rétroactions intersectorielles dans le temps, mais aussi dans les « variables cachées » difficilement exprimables dans le vocabulaire formel des entrées-sorties et des mesures énergétiques.

La contribution finale du numéro, de Sylvie Fauchoux, Géraldine Froger et Giuseppe Munda nous ramène au domaine méthodologique, et exprime bien le rapport « complexe » entre l'épistémologie, l'analyse scientifique appliquée, et les enjeux politiques. Dans leur article « *Des outils d'aide à la décision pour la multidimensionalité systémique* », ils proposent une manière opérationnelle de traiter scientifiquement de la complexité pour la prise de décision environnementale. Ils présentent des modèles de rationalité procédurale destinés à tenir compte à la fois de l'incertitude, de l'irréversibilité et de la complexité organisationnelle. L'objectif d'un développement soutenable est abordé selon trois axes, l'écologique, l'économique, et le social, et chaque axe est décomposé en terme de sous-objectifs dans un « arbre de la soutenabilité ». Il s'agit d'une analyse multi-critère structurée capable d'évaluer les conditions de soutenabilité d'une nation comme système ouvert, et d'exprimer comme aide à décision les besoins de choisir ou de hiérarchiser entre des objectifs non-simultanément réalisables.