



L'Europe au chevet de l'ostréiculture, ou comment un zoologiste initie une première forme d'écologie économique (1870-1880)

Patrick MATAGNE

Université de Poitiers – IUFM Poitou Charente, Laboratoire RURALITES

RESUME

Cette communication est une contribution à l'histoire de la pensée écologique et économique, inscrite dans le contexte européen de la seconde moitié du XIX^e siècle. A l'occasion d'une étude des causes de l'épuisement des bancs d'huître, le zoologiste allemand Karl August Möbius crée, en 1877, le néologisme biocénose, qui va devenir une des deux composantes de l'écosystème (l'autre est le biotope). Croisant les apports et les analyses des naturalistes et des économistes, il dénonce les effets néfastes d'une exploitation non durable des bancs d'huîtres. Il est aux racines d'une pensée reliant écologie et économie.

Mots-clés : écologie, économie, écologie économique, histoire, ostréiculture.

Introduction

En 1869, le zoologiste allemand Karl August Möbius est envoyé en mission pour étudier l'ostréiculture. La situation est alors préoccupante. En Prusse comme en France, l'épuisement des bancs d'huîtres compromet l'avenir d'une activité littorale naissante.

Quelle est alors la situation de l'ostréiculture ? Quelles sont les causes de l'épuisement des bancs d'huîtres ? Comment restaurer la productivité ?

C'est à toutes ces questions que le gouvernement prussien demande au professeur Möbius de trouver des réponses. Le zoologiste, dans le cadre de cette mission, va développer une pensée qui relève d'une première forme d'écologie économique, qui le conduit à réfléchir à la durabilité de nos modes d'exploitation des ressources naturelles.

I. Aux origines de l'ostréiculture moderne

La consommation d'huîtres est fort ancienne, elle est repérée au moins depuis la Grèce Antique. A la Renaissance, les marchands d'huîtres se multiplient à Paris. L'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert contient une planche représentant des « claires » ou « parcs à verdir les huîtres ». Cependant, le passage de la cueillette à la culture organisée des huîtres, fertilisées dans des parcs, est récent.

Dans les années 1840, les essais de culture sur concessions manifestent la volonté de réglementer la pêche des huîtres. Elle se renforce avec l'arrivée au pouvoir de Napoléon III, tandis que dans toute l'Europe les ressources maritimes connaissent une baisse inquiétante. En 1852, l'empereur charge Victor Coste (1807-1873), professeur d'embryologie comparée au Collège de France et médecin personnel de l'impératrice, d'étudier la possibilité d'importer des techniques mises au point par les italiens dans les domaines de la pisciculture et de l'ostréiculture. Coste se rend alors sur les rives du lac Fusaro et va importer en France la technique, encore rudimentaire, de captage des naissains (larves de huîtres) au moyen de supports placés au-dessus des gisements naturels. Parallèlement, les recherches, qui ne vont pas aboutir, sur la fécondation artificielle de l'huître se poursuivent, notamment au Collège de France¹.

Arcachon devient le terrain d'expérimentation de ces nouvelles techniques, avec l'huître plate (ou « gravette »). Le cadre légal est fourni par la loi organique sur la pêche côtière du 9 janvier 1852, dont le premier décret d'application de 1853 autorise les « dépôts permanents d'huîtres ». Cette période, marquée par de nombreux échecs, aboutit toutefois à la naissance de l'ostréiculture contemporaine qui devient une nouvelle industrie, enrichie par de nombreux échanges de savoirs et de pratiques entre le Royaume-Uni, l'Allemagne, la France, l'Italie, la Norvège et les Etats-Unis. De fait, aucune nation ne peut revendiquer l'invention de l'ostréiculture moderne sans faire mention de ces échanges internationaux².

Une des causes indirectes de l'épuisement des bancs d'huîtres, soulignée par Möbius, est l'extension du réseau ferré. Une ligne de chemin de fer relie Bordeaux à La Teste en 1841. Elle est prolongée jusqu'à Arcachon en 1857. Rochefort est raccordé au réseau ferré en 1854. C'est alors que les huîtres, auparavant écoulées sur les marchés locaux, peuvent être acheminées et servies fraîches sur toutes les bonnes tables des villes. La mode parisienne du déjeuner « à la fourchette » pris entre 10h00 et 12h00 (après le déjeuner « à la tasse » correspondant au petit déjeuner actuel), au cours duquel sont consommées des huîtres, contribue à l'ouverture du marché. Si la consommation des huîtres est une vieille tradition aristocratique, au XIX^e siècle elle s'embourgeoise³.

Pour répondre à la demande des consommateurs, des huîtres portugaises (*Crassostrea angulata*) sont importées et une vingtaine de concessions accordées par le Ministère de la Marine dans le bassin d'Arcachon (1857). Les parcs modèles, sélectionnés sur la base des études conduites par Coste, procurent aux familles d'ostréiculteurs des revenus réguliers. Pour 750 fr. investis chaque année par hectare, le gain net est de 4000 fr. Cependant, le métier de

¹ Van Tilbeurgh V. (1994), L'huître, le biologiste et l'ostréiculteur: lectures entrecroisées d'un milieu naturel, L'Harmattan, Logiques sociales, Paris, p. 196.

² Coste V. (1855), *Voyages d'Exploration sur le Littoral de la France et de l'Italie*, Rapport à monsieur le ministre de l'Agriculture, du commerce et des travaux public sur les industries de Comacchio, du lac Fusaro, de Marennes et de l'anse de l'Aiguillon, Imprimerie Impériale, Paris. Fischer P. (1865), « Faune conchylicole marine du département de la Gironde et des côtes du Sud-Ouest de la France », *Actes Société linnéenne de Bordeaux*, 25, p. 257-352. Boubes C. (1909), *L'ostréiculture à Arcachon*, Impr. centrale, Bordeaux, 1909.

³ Aron J.-P. (1974), *Le mangeur du XIX^e siècle*, Laffont, Paris, p. 62.

« paysans des mers » est pénible et les ressources financières demeurent instables, en dehors des meilleures concessions⁴.

Le cycle des travaux commence mi-septembre et se termine en mai. Il faut pêcher, assainir, trier, laver, transporter, vendre. Le tri est assuré par des femmes. Le travail est pénible en raison du froid et de l'humidité qui règnent dans les « cabanes ». Avant l'apparition tardive des gants en caoutchouc (années 1940), les femmes se protègent tant bien que mal les doigts avec des poupées de coton. Les blessures sont fréquentes, les infections provoquant des panaris qu'une chirurgie sommaire au bistouri résorbe. Le transport et le lavage, voire le brossage individuel pour les huîtres de catégories supérieures, sont le travail des hommes. Le gardiennage, 24 heures sur 24, est une nécessité imposée par la crainte des pillages, en particulier par des marins anglais. Certains ostréiculteurs vivent alors sur des habitations flottantes (les pontons), dans lesquelles s'effectuent le triage et le nettoyage. A la belle saison, certaines se muent en restaurants où les touristes viennent déguster des huîtres. Certains arrivent sur les côtes pour prendre les eaux. Arcachon devient une station balnéaire, climatique et un sanatorium en plein air.

Au total, les parcs impériaux de Grand-Cès, Crastorbe et Lahillon produisent plus que le bassin tout entier. Le parc de Lahillon, initialement envahi d'un limon boueux et de hautes herbes, colonisé de bigorneaux perceurs (les « courmaillaux »), a été défriché. Les 500 000 huîtres mères déposées en 1863 produisent plus de 6 millions d'unités deux ans plus tard. En 1866, la technique des tuiles chaulées est présentée lors de l'exposition de la société scientifique d'Arcachon, elle est toujours utilisée⁵.

Les marins pêcheurs (les « paliqueys »), auxquels on a déjà imposé d'agrandir les mailles de leurs filets pour préserver les jeunes huîtres (1846) ne voient pas d'un bon œil l'arrivée d'« étrangers » qui ont déserté l'intérieur des terres pour installer leurs parcs à huîtres (les « parcots ») dans les « crassats ». Le nombre de concessions explose : plus de 100 en 1860, près de 300 en 1865, 724 en 1871, plus de 4000 en 1886. Dans l'intervalle (1882) de nombreux landais, à la recherche d'une activité de reconversion, sont venus grossir les rangs des ostréiculteurs.

L'importation massive d'huîtres « étrangères » pour repeupler les bancs épuisés, fait du bassin d'Arcachon le plus grand centre producteur et exportateur. Les huîtres sont expédiées sur le bassin de Marennes et sur les côtes anglaises pour y être engraisées puis distribuées dans les grandes villes. Au début du XX^e siècle, des courtiers centralisent et commercialisent la production. Le 15 décembre 1915 un décret réforme le statut des concessions, désormais accordées pour 25 ans, cessibles à des héritiers ou à des tiers.

L'exposé de ces succès ne doit pas occulter les crises qui jalonnent l'histoire de l'ostréiculture. Ainsi, les bancs de Rochefort, Marennes et Oléron qui ont fourni quinze millions d'huîtres plates pendant la campagne 1854-55, n'en produisent plus que 400 000 au début des années 1860. L'ostréiculture sera sauvée par l'huître portugaise, qui sera elle-même pratiquement anéantie par une autre épizootie à la fin des années 1960 (la maladie des branchies). La japonaise (*Crassostrea Gigas*) renouvellera les stocks décimés à 80% au début des années 1970. On a finalement le sentiment que l'histoire de l'ostréiculture est marquée par

⁴ Lahillon, Crastorbe, grand-Cès, Moussettes, Grahudes, Mapoutchette, la Humeyre, le Grand Parc, Courbey, La Réousse, les Hosses, l'île aux Oiseaux.

⁵ Les tuiles chaulées sont des tuiles romaines, demi-rondes, enduites d'un mélange de chaux et de sable qui résiste à l'eau. Elles sont destinées au captage du naissain. Les tuiles sont rangées dans des caisses goudronnées (coaltarées). Les premiers collecteurs d'huîtres (cages, ou ruches) sont expérimentés à Arcachon par Victor Coste. Pour détacher plus facilement les jeunes huîtres, le maçon arcachonnais Jean Michelet met au point cette technique du chaulage (1865), qui contribue à l'essor de l'ostréiculture arcachonnaise.

une succession de crises. Malgré tout, la France reste le deuxième producteur mondial d'huîtres (140 000 tonnes par an), après la Chine.

Pour la période qui nous intéresse ici, les causes de l'épuisement des bancs d'huîtres sont au cœur des préoccupations des membres de la station zoologique d'Arcachon dès sa création en 1867. En Europe, des scientifiques se penchent au chevet de l'ostréiculture : Victor Coste, le professeur P. C. C. Hoek (Pays Bas), Rodolfo Allodi (Autriche), le professeur Karl Möbius.

II. Un banc d'huitre est une biocénose

Dans un petit livre publié en 1877, Möbius tire les conclusions de son voyage d'étude de l'ostréiculture : *« L'histoire de l'appauvrissement des bancs d'huîtres français est très instructive. Quand les bancs de Cancale ont été presque privés de leurs huîtres, en raison de la pêche excessive, sans aucune protection, les coques (Cardium edule) s'installèrent et occupèrent la place des huîtres ; et de vastes hordes de moules (Mytilus edulis) dans des circonstances semblables apparurent sur les bancs épuisés près de Rochefort, Marennes et sur l'île d'Oléron. Le territoire d'un banc d'huîtres n'est pas seulement habité par des huîtres mais aussi par d'autres animaux »*. *« La science ne possède pas, jusqu'à présent, de mot par lequel une telle communauté de vie puisse être désignée ; de mot désignant une communauté dans laquelle la somme des espèces et des individus, étant mutuellement limitée et sélectionnée par les conditions extérieures moyennes de vie, a par voie de reproduction, continué à occuper un territoire défini. Je propose le terme biocænose (de bios, vie, et koinoein, avoir quelque chose en commun) pour une telle communauté. Toute modification d'un des facteurs déterminants d'une biocénose produit des modifications d'autres facteurs de celle-ci. Si l'une quelconque des conditions extérieures de vie s'écartait pendant longtemps de sa moyenne précédente, c'est toute la biocénose, ou communauté, qui serait transformée. Elle serait également transformée, si le nombre d'individus d'une espèce donnée augmentait ou diminuait à cause de l'intervention de l'homme, si une nouvelle espèce disparaissait complètement, ou si une nouvelle espèce entraît dans la communauté. Quand les riches bancs de Cancale, Rochefort, Marennes et Oléron ont été privés de grandes masses d'huîtres, les jeunes naissains de coques et de moules qui vivaient là ont eu plus d'espaces pour les coloniser, et il y avait plus de nourriture à leur disposition qu'avant, désormais un plus grand nombre était capable d'arriver à maturité qu'auparavant. La biocénose de ces huîtres françaises a ainsi été entièrement changée par la surpêche »*. Cependant, *« la biocénose peut être modifiée en faveur de l'huître, en prélevant les moules mentionnées ci-dessus, et en même temps en protégeant les huîtres de telle sorte que les jeunes puissent être établies en sécurité dans la place laissée libre pour elles »*⁶.

L'auteur découvre qu'une modification d'un seul facteur est à l'origine d'une sorte de réaction en chaîne. Il observe les mêmes phénomènes dans les gisements huîtriers du Wattenmeer (mer du Nord), sur les côtes prussiennes du Holstein (Land le plus septentrional d'Allemagne) et en Angleterre (sur l'île de Hayling). Il en induit que si ces modifications sont durables, toute la communauté vivante animale et végétale est affectée. En conséquence, le taux de fécondité d'une espèce ne peut seul expliquer son abondance. Il est nécessaire de considérer les autres espèces qui vivent dans le même milieu. Il est remarquable qu'à l'occasion d'une mission motivée par un problème économique, Möbius crée un terme qui va être à l'origine d'un des concepts fondateurs de l'écologie scientifique.

⁶ Möbius K. (1877), *Die Auster und die Austernwirtschafts*, Berlin, Wiegandt, Hempel et Parey, 1877, 126 p. avec 9 gravures. Traduction anglaise par Rice H. J. (1883), *Report of the U.S. Commission of Fish & Fisheries (1880)*, Washington, 1883, p. 683-751. (Citations p. 721 et p. 723)

Le néologisme biocénose (ou *biocænose*), avec ses équivalents anglais (*biotic community*) et allemand (*Lebensgemeinschaft*) entre dans le langage des scientifiques au début du XX^e siècle. Si le petit livre de Möbius connaît un succès retentissant, le concept de biocénose va s'imposer à partir de l'étude d'un autre milieu, le lac, étudié en 1887 par le zoologiste américain Stephen A. Forbes (« Le lac en temps que microcosme »). L'auteur y analyse finement les interactions entre l'environnement, la faune et la flore d'un lac du Middle West.

Aujourd'hui, la biocénose est définie comme l'ensemble des espèces (virus, champignon, bactéries, végétaux, animaux) coexistants dans le milieu considéré. Ainsi, la biocénose est composée de trois grands groupes écologiques : les producteurs (végétaux), les consommateurs (animaux) et les décomposeurs (bactéries, champignons), qui tissent un réseau trophique (alimentaire) complexe. On distingue quelquefois la phytocénose (communauté végétale) et la zoocénose (communauté animale). La biocénose correspond à la composante vivante de l'écosystème (terme proposé en 1935 par le botaniste anglais Arthur Tansley), par opposition au biotope, qui désigne l'ensemble des conditions physico-chimiques et climatiques. L'écosystème, unité écologique fonctionnelle, intègre les interactions entre les espèces et leur milieu de vie, ainsi que les interactions entre ces espèces. En l'absence de perturbation, la communauté de vie est relativement stable et sa physionomie uniforme.

III. Une pensée écologico-économique

La situation de l'ostréiculture conduit Möbius à s'étonner qu'on puisse espérer récolter chaque année de nombreuses huîtres nées d'animaux reproducteurs, alors qu'on a négligé de préserver ce capital vivant par la surpêche.

En réalité, depuis la seconde moitié du XVIII^e siècle des réglementations s'accroissent. L'une d'entre elles, fondée sur la connaissance des cycles de vie de l'huître, interdit le dragage des huîtres pendant la période de reproduction sur le littoral français (1850). L'inflation juridique témoigne à la fois du niveau de préoccupation et de la relative inefficacité de ces mesures, dont certaines sont incohérentes et irréalistes. En effet, même si la disparition des huîtres est évitée, les bancs naturels ne se reconstituent pas durablement. La crise s'ouvre au XIX^e siècle, avec l'essor spectaculaire du commerce de l'huître. A partir de la fin des années 1840, beaucoup doivent même convertir les « crassats » en terrains de chasse au canard et de pêche au poisson.

Möbius fait le lien avec d'autres exemples, comme celui du dodo (*Didus ineptus*), un oiseau endémique de l'Île Maurice qui s'est éteint au XVII^e siècle. Möbius accuse les Portugais, qui ont perturbé la biocénose de l'île en introduisant des porcs, puis les Danois qui ont tué un trop grand nombre de ces oiseaux dont la chair et le plumage étaient appréciés. Il s'agit encore de situations dans lesquelles l'homme prélève sans modération des éléments de ce qu'on appellerait aujourd'hui la biodiversité. Möbius se livre finalement à une analyse de la « Raubwirtschaft », une économie de pillage de la nature.

La notion de « Raubwirtschaft » est développée, après Karl Ritter (1779-1859), par le zoologiste et géographe allemand Friedrich Ratzel (1844-1904), qui intègre le facteur humain dans la géographie et fonde une nouvelle discipline, l'*Anthropogéographie* (1882-1891).

D'autres pionniers de l'écologie scientifique, dans la seconde moitié du XIX^e siècle, initient une pensée écologique qui tend à intégrer l'économie. Quelques années avant Möbius, l'américain George Perkins Marsh, dans *Man and Natures : or physical geography as modified by human action* (1864), est en quête d'une science qui étudierait les relations entre les êtres vivants et leur environnement, et intégrerait l'homme. Sa pensée va inspirer les mouvements protectionnistes américains du dernier tiers du XIX^e siècle, qui dénoncent les

méfais de l'industrialisation et du pillage des ressources naturelles. Selon Marsh, cette situation tourne le dos à la volonté divine et aux intérêts économiques des nations.

Le socialiste ukrainien Serge Podolinsky (1850-1891), diplômé en sciences naturelles, réalise le premier bilan énergétique de l'agriculture française en 1880, ouvrant la voie aux analyses écoénergétiques dans le domaine de l'agriculture. D'après lui, deux processus énergétiques sont en compétition : celui des végétaux qui accumulent de l'énergie par la photosynthèse, celui des animaux qui la dissipent. Si le premier processus domine, il y a stockage (comme par exemple la houille dans les temps géologiques), sinon il y a déstockage et la vie animale doit subir un processus de régulation qui la ramène à un niveau soutenable. L'homme et les animaux domestiques, par leur travail, peuvent agir sur cet équilibre, par exemple en augmentant la quantité d'énergie solaire stockée par les plantes (augmentation des rendements agricoles). Supposant que le rendement physiologique ou « coefficient économique » du corps humain est de $1/10^e$, pour satisfaire nos besoins (qui évoluent dans le temps et l'espace) il faut fournir un travail dix fois supérieur à celui du travail musculaire. Vernadsky, fondateur de la géochimie (1924-1925) et théoricien de la biosphère, écrira que Podolinsky a étudié l'énergétique de la vie et appliqué cette connaissance à l'étude de l'économie. L'écosocialisme s'est développé à partir de leurs travaux, notamment ceux sur l'interprétation énergétique de la productivité du travail.

Quant au biologiste Patrick Geddes, il propose des tableaux inspirés de ceux des physiocrates dans lesquels il recense les entrées sous forme d'énergie, de matière minérale, animale et végétale. Prenant en compte les pertes qui se produisent pendant l'extraction, la production, le transport et les échanges, il met en évidence l'énorme gaspillage des ressources naturelles ainsi généré. Il montre que les sciences de la nature fournissent des connaissances utiles en économie, ce que rejette l'école de pensée économique dominante en s'affranchissant des lois de la nature. Geddes milite alors pour une entrée en force des spécialistes d'autres disciplines scientifiques, notamment naturalistes.

CONCLUSION

Au XIX^e siècle trois catégories d'acteurs ont intérêt à promouvoir la nouvelle industrie de l'huître : les naturalistes, l'Etat, le secteur privé. Les premiers caressent l'espoir d'une reconnaissance institutionnelle de leurs recherches, le second espère améliorer le niveau de vie des populations côtières, le troisième souhaite investir dans une nouvelle activité⁷. Cependant, à l'époque de la mission confiée à Möbius, on défend encore l'idée que la mer renferme des ressources inépuisables, comme par exemple à la société impériale d'acclimatation. Beaucoup de promoteurs de « la culture de l'eau » pensent la même chose. Möbius montre qu'il n'en est rien et qu'il ne faut pas transgresser les règles écologiques, notamment celles qu'il vient de découvrir. Sur le plan économique, il ressort de son étude que la demande des consommateurs et les prix du marché ne doivent pas seuls présider à la définition de critères pour l'exploitation des ressources naturelles. Les données écologiques doivent être intégrées. Pour toutes ces raisons, on peut compter Möbius parmi les précurseurs de l'économie écologique. On peut repérer les racines de cette économie écologique contemporaine dans la seconde moitié du XIX^e siècle, la période 1870-1880 étant particulièrement féconde avec Möbius, Podolinsky, Geddes, Ratzel).

⁷ Van Tilbeurgh V. (1994, op. Cit. p. 198- 203.

En 1897, le botaniste officiel de l'Etat de Minnesota Conway McMillan définit l'écologie économique comme « traitant des adaptations dans leurs rapports avec les intérêts humains ». Depuis quatre décennies, marquées par l'oeuvre de l'économiste roumain Georgescu-Roegen, l'économiste catalan Joan Martinez Alier, fondateur de la revue *Ecological economics* (1987) et de la société internationale pour l'économie écologique (1988) se développe une pensée bioéconomique et écosocialiste reliant les besoins humains, les conflits sociaux et les contraintes écologiques. On peut aussi mentionner Robert Costanza pour ses travaux sur l'évaluation des biens et services rendus à l'humanité par les écosystèmes⁸.

Depuis 2005, le rapport sur l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (*Millennium Ecosystems Assessment*)⁹ commandé par le Secrétaire Général de l'ONU Kofi Annan représente une forme de consécration de la nouvelle discipline : économie écologique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Costanza R. (2003), « Early History of Ecological Economics and the International Society of Ecological Economics », *Internet Encyclopaedia of Ecological Economics*.

Deléage J.-P (1991), *Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature*, La Découverte, Paris.

Deltreil J.-P. (juin 2006), « Historique de l'ostréiculture dans le bassin d'Arcachon », IFREMER. Extrait de Manaud F., Bouchet J.M., Deltreil J.P., Maurer D., Trut G., Auby I., Dreno J.P., L'Yavanc J., Masson N., Pellier C. (1997), *Etude intégrée du Bassin d'Arcachon*, Tome 1 : *Physique* ; Tome 2 : *Qualité de l'eau et des sédiments* ; To explore depuis plus de quatre décennies la dialectique entre besoins humains, conflits sociaux et contraintes écologiques me 3 : *Biologie* ; Tome 4 : *Activités* ; Tome 5 : *Activités ressources vivantes*. Rapport Interne DEL/Arcachon, 5 classeurs. http://www.ifremer.fr/delar/telechargement/historic_ostr_new.pdf

Georgescu-Roegen, N. (1971), *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press, Cambridge.

Levasseur O. (2008), « Discours et réalités autour de la naissance des activités ostréicoles en France (18^e-19^e siècles) », *Actes du colloque international pluridisciplinaire « Le littoral : subir, dire, agir »*, Lille, 16-18 janvier 2008.

Levasseur O.(2007), « Les cultures de l'eau : la naissance des aquacultures en France au XIX^e siècle », *Annales des Mines, Responsabilité et environnement*, n°48.

Martinez-Alier, J. (1987), *Ecological economics: energy, environment, and society*, Blackwell, Cambridge.

Matagne P. (2009), « Un banc d'huîtres est une biocénose », *L'Actualité Poitou-Charentes*, n°85, juillet-août-septembre, p. 29-33.

Matagne P. (1992), « L'anthropogéographie allemande : un courant fondateur de l'écologie ? », *Annales de géographie*, p. 325-331.

Matagne P. (2009), *La naissance de l'écologie*, Ellipse, Histoire des sciences, Paris.

Mathieu A. (1928), *Les huîtres du Bassin d'Arcachon, leur salubrité*, Impr. Cadoret, Bordeaux, 99 p.

Rouyé A. (20 janvier 2006), « La vie quotidienne à la cabane d'autrefois ». <http://www.ostrea.org/articles/>

⁸ Costanza R. (1997), « The value of the world's ecosystem services and natural capital », *Nature*, n° 387, p. 253-260.

⁹ *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes*. Contribution à la décision politique. Rapport du Centre d'Analyse Stratégique présidé par Bernard Chevassus-au-Louis, avril 2009.