



HAL
open science

Chapitre 2 De la biodiversité aux services écosystémiques : Approche quantitative de la généalogie d'un dispositif

Monica Castro, Xavier Arnauld de Sartre

► To cite this version:

Monica Castro, Xavier Arnauld de Sartre. Chapitre 2 De la biodiversité aux services écosystémiques : Approche quantitative de la généalogie d'un dispositif. Xavier Arnauld de Sartre; Monica Castro; Simon Dufour; Johan Oszwald. Political ecology des services écosystémiques, 2014. halshs-01098645

HAL Id: halshs-01098645

<https://shs.hal.science/halshs-01098645>

Submitted on 27 Dec 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CASTRO-LARRAÑAGA, M., ARNAULD DE SARTRE, X., 2014, « De la biodiversité aux services écosystémiques: Approche quantitative de la généalogie d'un dispositif », in X. ARNAULD DE SARTRE, M. CASTRO-LARRAÑAGA, S. DUFOUR, J. OSZWALD (dir.), *Political ecology des services écosystémiques*, Bruxelles, PIE Peter Lang, p. 49-83.

Chapitre 2

De la biodiversité aux services écosystémiques : Approche quantitative de la généalogie d'un dispositif

Monica Castro et Xavier Arnauld de Sartre

Fruit de la modernité écologique, aujourd'hui incontournable dans la gestion environnementale, la notion de service écosystémique reste pourtant particulièrement complexe et controversée. Son usage contemporain est notamment marqué par une polysémie qui en floute les contours. La compréhension des processus à l'origine de cette pluralité passe nécessairement par l'étude de sa genèse. Ce détour historique nous permettra de mieux comprendre les enjeux actuels de sa déclinaison tant dans le monde scientifique que dans les arènes politiques. Aussi allons-nous, dans ce chapitre, réaliser la généalogie (au sens foucauldien du terme) de la notion de service écosystémique depuis sa première formulation en écologie jusqu'à sa récente prolifération dans différentes disciplines scientifiques et arènes politiques : étudier cette notion comme un dispositif foucauldien implique de revenir aux origines de son émergence puis d'analyser son évolution.

Ces dernières années, l'histoire de la notion de service écosystémique a fait l'objet d'une littérature abondante (Mooney, 1997 ; Gomez-Baggethun *et al.*, 2010 ; Meral, 2012 ; Suarez et Corson, 2013 ; Pesche, 2014). Notre chapitre propose, du fait de l'originalité de la méthode que nous utilisons, une lecture complémentaire à ces travaux. Comme ces auteurs, nous adoptons ici une méthode d'analyse qualitative des réseaux d'acteurs à travers des entretiens et du contenu des idées à travers la lecture de la production scientifique et politique se référant aux services écosystémiques. Cependant, une approche quantitative vient compléter cette méthodologie puisque nous réalisons une analyse scientométrique et bibliométrique des réseaux d'acteurs. Cette double entrée méthodologique nous permet de préciser la périodisation en trois temps de l'histoire du concept proposée par les auteurs cités ci-dessus, histoire sur laquelle nous reviendrons ici. En outre, nous approfondissons un aspect montré par la plupart des auteurs : ceux-ci s'accordent en effet sur le rôle fondateur du travail de Gretchen Daily et de Robert Costanza, comme une base homogène à l'origine de la construction et de la diffusion de la notion de service écosystémique. Or, cette méthode nous a permis d'analyser plus finement leur production, de confronter leurs différences conceptuelles, et de montrer l'importance de l'évolution divergente de leurs réseaux respectifs dans l'élaboration plurielle de cette notion. Nous montrerons qu'elle conduit à des acceptions différentes de la notion de services écosystémiques, lesquelles acceptions sont essentielles pour comprendre la diffraction de sens qui entoure cette notion et que nous analyserons plus en détail dans le chapitre 3.

Nous allons tout d'abord, dans ce chapitre, poser les bases de notre analyse en présentant la périodisation de la notion de services écosystémiques, ainsi que les bases méthodologiques qui ont permis de la construire et d'en analyser les multiples dimensions. Le contenu de notre analyse sera par la suite structuré en trois temps, reprenant chacune des périodes de l'histoire de la notion de service écosystémique (Figure 2). La première période (1990-1997) est celle de l'émergence de la notion, la seconde (1998-2005) celle de son institutionnalisation, la troisième (depuis 2005) étant celle de la diffraction de son sens. C'est en insistant sur les racines de ces différents sens des services écosystémiques que nous allons raconter l'histoire de chacune de ces périodes.

Une histoire appréhendée par l'analyse de réseaux et la bibliographie

Il est classique d'appréhender l'histoire de la notion de services écosystémiques au travers de la manière dont elle est citée dans la littérature scientifique (Figure 1). Cette figure permet d'observer l'existence de trois périodes historiques distinctes autour de deux dates charnières : 1997 et 2005. La première date, dont le rôle sur l'inflexion de la courbe n'est pas bien rendu du fait de l'explosion du nombre de citations observée postérieurement, correspond à la publication des deux textes clés sur les services écosystémiques, celui dirigé par Robert Costanza (1997) et celui dirigé par Gretchen Daily (1997). Le rôle de la deuxième date sur l'inflexion de la courbe est bien plus visible et correspond à la publication du Millennium ecosystem assessment (MEA) en 2005.

Ces trois textes, leurs auteurs et les institutions qui les ont portés sont essentiels pour comprendre l'histoire et les caractéristiques actuelles de la notion de services écosystémiques. En effet, les réseaux qui entourent ces textes permettent de comprendre les modalités de son passage des arènes scientifiques aux arènes politiques et institutionnelles.

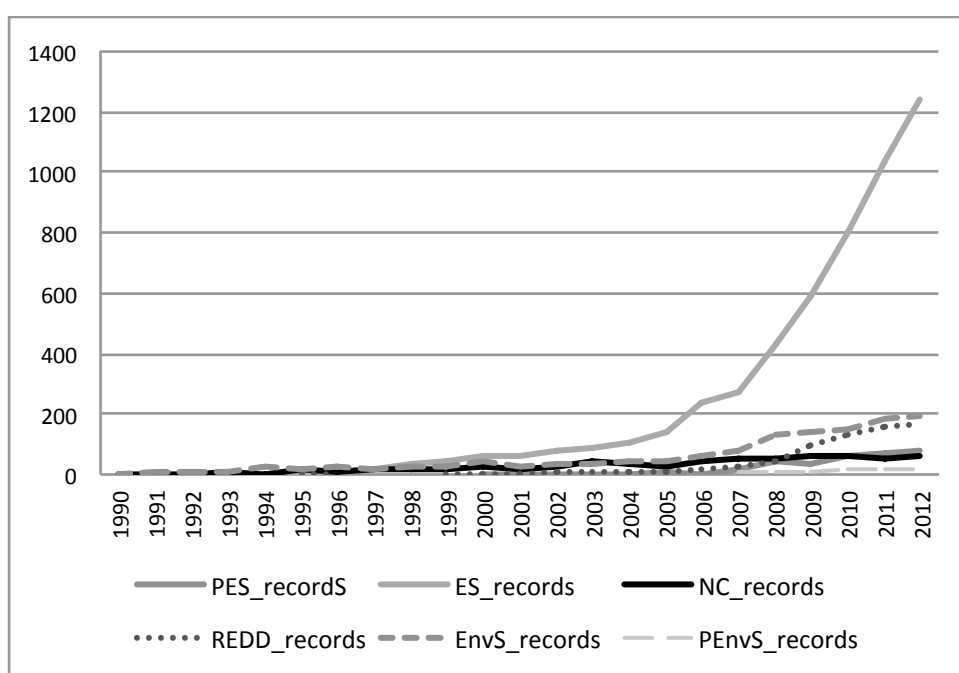


Figure 1 – Dynamique de production d'articles scientifiques ayant comme sujet (*topic*) « ecosystem* service* »

Base de données Web of Knowledge pour la période 1990-2012, consultée le 25 mars 2013

Les documents, qu'il s'agisse d'articles scientifiques, de rapports politiques, de livres, etc., sont des révélateurs de la structure sociale et cognitive qui sous-tend et/ou se développe au cours de leur processus de production. Se pencher sur certains attributs du document (auteurs, institutions d'appartenance des auteurs, citations, année et lieu de publication) permet de renseigner les rapports de forces et les influences en jeu dans ce processus. Pour analyser la trajectoire scientifique de la notion de services écosystémiques, nous avons suivi une approche scientométrique et bibliométrique (Chen, 2004 ; Chen *et al.*, 2006 ; Martin, 2011). La première consiste en une analyse quantitative de la production et des réseaux scientifiques, et nous a principalement servi pour analyser la trajectoire politique de la notion de services écosystémiques. Pour l'analyse de sa trajectoire scientifique, nous avons en outre mené une analyse bibliométrique, qui mesure les publications scientifiques au sens large.

Le MEA est composé d'une myriade de documents (Tableau 1), sur la genèse desquels nous reviendrons plus loin. À partir des différents documents liés au MEA, nous avons construit une base de données mettant en relation ces documents avec la bibliographie citée en leur sein. Nous

appellerons les documents du MEA les « *documents citants* » et les documents de leur bibliographie les « *documents cités* ». Pour mettre en relation de façon plus précise les documents cités avec les documents citants, nous avons divisé les documents citants sur la base de leurs chapitres. Ainsi, ces documents se divisent en 95 chapitres, contenant au total 9 042 documents cités.

Tableau 1 – Documents produits par le Millennium Ecosystem Assessment

Cadre théorique	<i>Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment</i> (Alcamo <i>et al.</i> , 2003)
Rapports d'évaluations	<i>Ecosystems and human well-being: current state and trends</i> . Volume. 1 (Hassan <i>et al.</i> , 2005) <i>Ecosystems and human well-being: Scenarios</i> . Volume. 2 (Carpenter et Millennium Ecosystem Assessment (Program). Scenarios Working Group., 2005) <i>Ecosystems and human well-being: Policy responses</i> . Volume. 3 (Chopra et Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2005) <i>Ecosystems and human well-being: Multi-scale Assessment</i> . Volume. 4 (Capistrano et Millennium Ecosystem Assessment (Program). Sub-Global Assessments Working Group, 2005)
Synthèses	<i>Ecosystems and human well-being: synthesis</i> (Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2005a) <i>Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis</i> (Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2005b) <i>Ecosystems and human well-being : Health</i> (Corvalan <i>et al.</i> , 2005) <i>Ecosystems and human well-being: Wetlands and Water</i> (Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2005c) <i>Ecosystems and human well-being: desertification</i> (Adeel et World Resources Institute, 2005) <i>Ecosystems and human well-being: Opportunities & Challenges for Business & Industry</i> (Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2005d)
Résumé	<i>Ecosystems and human well-being: our human planet: summary for decision-makers</i> (Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2005e)
Autres documents	<i>Bridging scales and knowledge systems: concepts and applications in ecosystem assessment</i> (Reid et Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2006)

Pour les documents citant, nous avons informé dans la base de données les informations suivantes :

- auteur (pour les auteurs principaux, nous avons renseigné leur discipline),
- titre,
- année,
- lieu de publication,
- institution d'appartenance de l'auteur au moment de la publication ainsi que sa situation géographique (pays et région),
- type d'institution (recherche, ONG, organisme international, organisme gouvernemental),
- type de document,
- type de production.

Cette base de données est utilisée *via* des requêtes permettant d'analyser les données du point de vue statistique et relationnel¹ afin de reconstruire les réseaux qui ont participé de la formalisation de la notion de services écosystémiques.

L'analyse de réseau a un vocabulaire qui lui est propre et qu'il est important de préciser. Un réseau est composé de nœuds reliés entre eux. Chaque nœud est un membre du réseau. Dans une analyse de réseaux, on prend en considération la façon dont les réseaux s'organisent en sous-groupes (ou *clusters*). Nous nous intéressons particulièrement aux *clusters* qui constituent des ensembles

¹ Pour les analyses relationnelles des acteurs, nous utilisons le logiciel Netdraw (Hanneman et Riddle, 2005) qui permet d'analyser et de représenter les données.

d'acteurs hautement connectés entre eux. Le degré de connexion entre les acteurs d'un réseau peut être mesuré par divers algorithmes, dont l'algorithme de centralité. La centralité de degré est le nombre de relations d'un nœud avec son environnement immédiat, c'est-à-dire sa capacité à collaborer : elle montre l'importance d'un nœud dans un réseau ou un sous-réseau. La centralité d'intermédiarité mesure² la capacité d'un nœud à se trouver sur le chemin d'autres nœuds, à être un intermédiaire : elle reflète le pouvoir de maîtrise des flux d'information au sein du réseau (Freeman, 1979). Enfin, l'algorithme de Newman-Girvan permet de mettre en évidence des communautés au sein du réseau au sein desquelles les relations sont plus denses (Girvan et Newman, 2002).

Pour analyser la trajectoire scientifique de la notion de services écosystémiques, nous avons complété l'approche décrite ci-dessus avec une approche scientométrique. Cette approche nous a servis à faire des analyses quantitatives de la production scientifique : disciplines, institutions, pays, dynamique temporelle de production, etc. Ainsi, nous avons réalisé une analyse de la littérature scientifique produite entre 1990 et 2012, en utilisant la base de données scientifique WOK³.

Nous avons identifié différents mots-clés liés à la notion de services écosystémiques: *ecosystem services*, *environmental services*, *ecological services*, *payment for ecosystem services*, *payment for environmental services*, *carbon market*, *avoided deforestation*, *REDD* et *natural capital*. Par la suite, nous avons construit nos requêtes dans la base WOB de la manière suivante : « *ecosystem* service** » OR « *ecol* service** » OR « *payment for ecosystem* service** » OR « *payment for ecol* service** » OR « *payment for environment* service** » OR « *carbon market** » OR « *avoid* defores* mechanis** » OR « *Reduc* Emiss* from Deforest** » OR « *natur* capit** ». La base de données résultante a été analysée en utilisant les logiciels CiteSpace⁴ et Netdraw (Hanneman et Riddle, 2005 ; Borgatti, 2007) qui permettent de représenter la structure des données et de rendre compte de réseaux de coauteurs et de cocitations. Nous avons complété ces analyses par une analyse de contenu avec le logiciel PROSPERO sur les résumés des articles scientifiques de notre base. Cela nous a permis d'identifier les sujets spécifiques traités par la recherche, selon le domaine disciplinaire associé ainsi que le vocabulaire mobilisé pour construire l'argumentaire scientifique.

Approche de la diversité sémantique autour de la notion de service

Le premier résultat de l'analyse de réseaux a été d'affiner l'histoire de la notion de services écosystémiques. Denis Pesche a montré (2014) qu'elle se développe de manière parallèle et concurrente à celle de service environnemental. En élargissant ce principe aux différentes notions les plus couramment associées à celle de services écosystémiques, nous pouvons montrer que ces concepts sont utilisés par des personnes différentes au sein de la communauté scientifique et que leur importance relative a varié dans le temps – confirmant et approfondissant la périodisation historique de la notion de services écosystémiques (Figure 2).

² De manière formelle, il s'agit du nombre des chemins les plus courts entre toutes les paires de nœuds passant par le nœud *i*.

³ Web Of Knowledge (WOK®) est une base de données scientifiques qui couvre les domaines suivants : CAB Abstracts® (1973-présent) ; Food Science and Technology Abstracts™ (1969-présent) ; MEDLINE® (1950-présent) ; Web Citation Index™ (1936-2005) ; Journal Citation Reports® (2003-2007) ; Web of Science® (1992-présent) ; Current Contents Connect® (1998-présent) ; ISI ProceedingsSM (2000-présent).

⁴ « CiteSpace is a freely available Java application for analyzing and visualizing scientific literature ». <http://cluster.cis.drexel.edu/~cchen/citespace/>

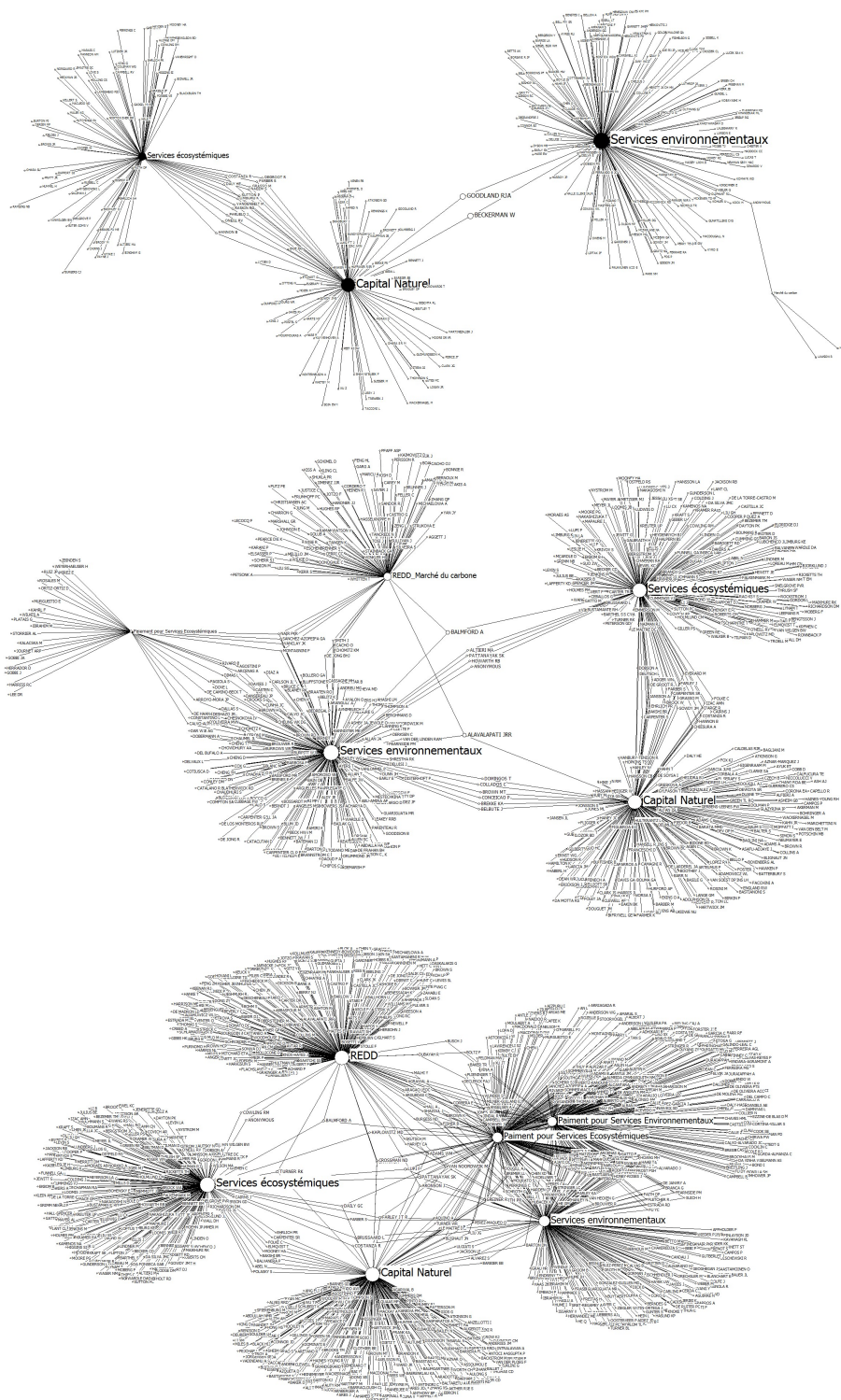


Figure 2 – Périodisation des liens entre la notion de services écosystémiques, capital naturel, services environnemental et différents mécanismes de paiement de services

Légende : Réseau sur trois périodes temporelles des cent auteurs les plus cités publiant des articles dont le sujet (*topic*) contient au moins une des expressions suivantes : « ecosytem* service* », « ecol* service* », « payment for ecosytem* service* », « payment for ecol* service* », « payment for environment* service* », ou REDD (cette dernière catégorie incluant au moins un des mots clefs suivants : « carbon market* », « avoid* defores* mechanis* », « Reduc* Emiss* from Deforest* », « natur* capit* ») dans la base de données Web of Knowledge pour les périodes 1990-1007, 1998-2005, 2006-2013

Taille du nœud : betweenness centrality; taille de Label : degree.

Base de données consultée le 25 mars 2013

La période 1990-1997 est marquée par le clair établissement de communautés presque indépendantes publiant chacun de ses articles autour de concepts différents. Les auteurs clefs de la notion de services écosystémiques sont ceux que l'on retrouve en tant que passeurs de frontières : R. Costanza et G. Daily utilisent les concepts de capital naturel et de services écosystémiques ensemble dans leurs articles. De fait, au cours de cette période, les notions de capital naturel et de services écosystémiques sont assez bien associées. C'est l'usage, en particulier l'usage public, qui fera porter l'attention sur la notion de services écosystémiques, laissant dans l'ombre celle de capital naturel.

Dans la période entre 1998 et 2005, la communauté produisant des articles scientifiques associés à la notion de services écosystémiques et ses notions proches grandit. Le nombre d'auteurs augmente considérablement, alors que de nouvelles notions sémantiquement proches, comme celles de service environnemental, de paiement de services ou de mécanismes REDD, apparaissent. Cette structuration permet de confirmer l'hypothèse avancée par D. Pesche et ses coauteurs (Pesche *et al.*, 2011 ; Pesche, 2013) relative à l'existence de deux processus relativement indépendants conduisant à l'émergence des notions de services environnementaux d'un côté et de paiement pour services environnemental de l'autre. Ces notions, développées par des gestionnaires et des chercheurs dans le but de proposer des mesures pour la gestion, sont plus proches du monde de l'action. Cela se retrouve d'une part par une proximité entre les auteurs qui publient autour de services environnementaux, des marchés de carbone et des mécanismes REDD, et d'autre part par une relative autonomie de ces auteurs par rapport aux auteurs utilisant les notions de services écosystémiques et de capital naturel. Par l'analyse de réseaux des auteurs, nous avons simplement voulu le rendre graphiquement visible.

Le MEA a produit en 2005 un mouvement important dans les mondes scientifiques. Il relance la notion de services écosystémiques non seulement dans la recherche, mais aussi dans les liens entre le monde scientifique le monde de la gestion. Cela se traduit dans la période post-MEA par la multiplication des publications autour de services écosystémiques d'une part, services environnementaux et associés d'autre part. Mais peu de liens apparaissent entre les réseaux : le MEA ne change rien au fait que les concepts de services écosystémiques d'une part, et de « services environnementaux » de l'autre aient des trajectoires distinctes. La proximité sémantique des différents termes contribue bien entendu au flou autour de la notion de services liés à l'environnement (écosystémiques, environnemental), alors que ceux-ci renvoient à des écoles de pensée relativement autonomes les unes par rapport aux autres.

Les conséquences de ce fait ont été très bien explicitées dans différentes publications, aussi nous semble-t-il inutile d'insister sur ce fait ici – nous avons simplement voulu le rappeler en l'objectivant par ces figures. Nous aimerions par contre insister sur l'ambiguïté qui caractérise, du fait de son histoire, la notion de services écosystémiques elle-même. Il est en effet possible de discuter l'homogénéité de la notion de services écosystémiques.

Les idées qui constituent la notion de services écosystémiques sont une histoire ancienne dans une variété de tendances intellectuelles reliant environnement et économie (Gómez-Baggethun *et al.*, 2010 ; Méral, 2012 ; Serpantié *et al.*, 2012) en particulier dans les domaines de l'écologie fonctionnelle, de la biologie de la conservation (Castro-Larrañaga, 2013) et l'économie écologique (Daly et Townsend, 1993). Cette notion est apparue, tout comme celle de biodiversité, en réponse aux crises environnementales. Comme cela est noté dans le MEA : « over the past 50 years, humans have changed ecosystems more rapidly and extensively than in any comparable period of time in human history » (Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2005a, p. 1). La notion de services écosystémiques s'inscrit dans une tradition qui pointe du doigt le fait que ces crises ont été largement causées par un système économique fondé sur l'exploitation non soutenable des ressources naturelles, et qui est accusé plus particulièrement de ne pas internaliser ses externalités (Prugh *et al.*, 1999) : la destruction d'un milieu naturel, que ce soit à des fins de construction, d'approvisionnement en matières premières ou du fait des rejets générés par les activités économiques, n'est le plus souvent pas prise en compte dans les coûts de production ni *a fortiori* dans les prix (internalisation) alors que les conséquences de la destruction de ces milieux (les externalités) ne sont pas neutres pour ceux qui en dépendent, directement ou indirectement. Robert Solow avait théorisé la nécessité d'internaliser les externalités dès les années 1930 (Solow, 1974), c'est-à-dire de faire entrer les coûts de destruction des

milieux dans les mécanismes de fixation de prix. Ce mécanisme devait, pour lui, répondre à ce qu'il considérait comme une imperfection du marché – et donc servir à l'amélioration de ce dernier.

Ces éléments donnent une certaine cohérence à la notion de services écosystémiques. Cette cohérence se retrouve dans les trois textes qui ont servi à la fonder (Costanza *et al.*, 1997 ; Daily *et al.*, 1997 ; Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2005a). Mais si ces textes en dessinent les contours, leurs histoires et leur enchevêtrement font aussi apparaître des différences fondamentales entre les auteurs.

Le livre coordonné par Gretchen Daily s'inscrit dans la tradition d'une certaine biologie de la conservation. G. Daily a été formée à l'université de Floride, où elle fut l'élève de Paul Elrich, l'auteur de *The population bomb* (Ehrlich, 1968) – qui est d'ailleurs un des contributeurs de l'ouvrage de 1997. Son ouvrage argumente l'utilité des services écosystémiques pour les hommes à partir d'une série d'exemples. Robert Costanza est lui un économiste, venu de l'école d'écologie économique qui s'est en particulier structurée à Stockholm. Il cherche dans son article à estimer la valeur des écosystèmes dans le monde. De manière quelque peu paradoxale, l'ouvrage de biologie de la conservation a une visée plus opérationnelle que l'article des économistes. R. Costanza fait en effet un article plus pédagogique – la valeur qu'il prétend donner aux écosystèmes n'étant pas une valeur destinée à fonder un marché, mais à argumenter de l'intérêt économique qu'il y a à protéger les milieux. Au contraire, G. Daily cherche elle à opérationnaliser les services écosystémiques, et se fonde pour cela sur différents exemples qui en montrent la dimension appliquée.

La genèse de la notion de services écosystémiques est le fruit de la rencontre ces deux domaines (écologie et économie). On peut d'une façon certaine considérer G. Daily et R. Costanza comme les porte-paroles de l'écologie et de l'économie. Le rapport du MEA est à la fois le produit de la rencontre entre ces deux courants, mais aussi un texte qui promeut sa propre vision des services écosystémiques en introduisant un troisième courant de pensée – celui de la *Resilience Alliance* (Alliance pour la résilience).

Les références bibliographiques citées dans l'ensemble des rapports du MEA illustrent l'importance de l'Alliance pour la résilience (Tableau 2). Ce sont d'abord les rapports d'évaluation globaux (au premier rang desquels le cadre théorique du MEA lui-même) qui sont les plus cités : après le cadre théorique du MEA vient le rapport de l'UNEP qui a conclu à la nécessité d'un *assessment* comme le MEA, le rapport du GIEC de 2001, un rapport de la FAO et un rapport sur les barrages. Mais en termes de cadres de pensée théoriques, ce sont les textes de la *Resilience alliance* qui sont de loin les plus cités : le livre *Panarchy*, ouvrage fondamental de l'Alliance pour la résilience, est la première référence la plus citée, et trois textes de F. Berkes et un texte de C.S Holling, qui appartiennent à cette communauté épistémique, viennent après. En théorie économique, on trouve aux côtés de l'article de Costanza la référence fondamentale d'Elinor Ostrom, *Governing the commons*, ouvrage fondateur de la Théorie des communs. L'Alliance pour la résilience et la Théorie des communs sont deux références que l'on n'attendait pas forcément dans le MEA.

La rencontre entre les auteurs de ces différents courants n'est pas le fruit du hasard. En effet, au cours des années 1990 des événements, des intérêts et des structures de pouvoir ont convergé, expliquant non seulement l'émergence de la notion de services écosystémiques, mais aussi son avènement comme mot à la mode (*buzzword*) (Callicott *et al.*, 1999). L'histoire de la notion de services écosystémiques est une bonne illustration du rôle que peuvent jouer les communautés scientifiques dans la construction de concepts politiques unificateurs. Derrière les publications de G. Daily et R. Costanza se retrouve le travail d'universitaires influents, insérés dans des réseaux de haut niveau, dont nombre d'entre eux ont suivi une formation en biologie soit à l'Université de Florida soit à l'Université de Stanford. C'est sur cette histoire que nous aimerions revenir à présent.

Tableau 2 – Références bibliographiques les plus citées du MEA (tous rapports confondus)

Auteur	Titre (référence bibliographie)	Nb. De citations	Discipline / école de pensée
*MEA	<i>Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment</i> (Alcamo <i>et al.</i> , 2003)	40	Global assessment
*UNEP	<i>Global environmental outlook 3. Past, present and future perspectives</i> (United Nations Environment Programme, 2002)	12	Global assessment
Gunderson, L.H.	<i>Panarchy : Understanding Transformations in Human and Natural Systems</i> (Gunderson et Holling, 2002)	12	Résilience
Jackson, J.B.C.	<i>Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems</i> (Jackson <i>et al.</i> , 2001)	11	Écologie systémique
*IPCC	<i>Climate Change 2001. The Scientific Basis.</i>	10	Global assessment
*FAO	<i>Global forest resources assessment 2000 : main report</i>	9	Global assessment
*WCD	<i>Dams and Development: A New Framework for Decision-Making: The Report of the World Commission on Dams</i>	9	Global assessment
Costanza, R.	<i>The value of the world's ecosystem services and natural capital services and natural capital</i> (Costanza <i>et al.</i> , 1997)	9	Économie écologique
Berkes, F.	<i>Navigating social-ecological systems : building resilience for complexity and change</i> (Berkes <i>et al.</i> , 2003)	8	Résilience
Berkes, F.	<i>Cross-scale institutional linkages for commons management : perspectives from the bottom up</i> (Berkes, 2002)	8	Résilience
Berkes, F.	<i>Linking social and ecological systems : management practices and social mechanisms for building resilience</i> (Berkes <i>et al.</i> , 1998)	8	Résilience
Holling, C.S.	<i>Command and Control and the Pathology of Natural Resource Management</i> (Holling et Meffe, 1996)	8	Résilience
Ostrom, E.	<i>Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action</i> (Ostrom, 1990)	8	Communs
Sala, OE..	<i>Global biodiversity scenarios for the year 2100</i>	8	

L'émergence de la notion de services écosystémiques (jusqu'en 1997)

L'émergence de la notion de services écosystémiques des années 1970 à 1997 est à la croisée de trois courants principaux : la biologie de la conservation, l'économie écologique et l'Alliance pour la résilience. C'est cette rencontre qui dessine les contours de la notion – raison pour laquelle nous pensons utile de narrer les circonstances de cette rencontre.

De la construction de la notion de biodiversité à celle de services écosystémiques

L'idée que les sociétés humaines utilisent diversement la nature et en tirent différents types de bénéfices directs et indirects n'est certainement pas nouvelle, et peut être identifiée sur plusieurs millénaires (Daily, 1997 ; Fisher *et al.*, 2009 ; Gómez-Baggethun *et al.*, 2010). Elle prend cependant une dimension particulière dans l'histoire de la biologie de la conservation. Gretchen Daily situe la notion de services écosystémiques dans le champ de la biologie de la conservation. Elle est, comme nous l'avons dit, l'élève du biologiste Paul Ehrlich, l'un des fondateurs de la biologie de la conservation (Castro-Larrañaga, 2013). Dans les années 1970 et 1980, des écologues et biologistes ont développé des arguments d'ordre économique et écologique pour justifier la valeur de la diversité biologique. Des biologistes tels que Paul Ehrlich⁵, Peter Raven⁶, Jane Lubchenco⁷ ou des environnementalistes tels que Norman Myers⁸ ont aidé à construire l'idée de la crise de la diversité biologique dans les médias et dans leurs propres communautés professionnelles : en mettant en avant des raisons économiques, écologiques, esthétiques et éthiques, la diversité biologique est progressivement apparue comme une valeur déterminante pour l'humanité. En associant des arguments scientifiques avec leurs propres idées sur la valeur intrinsèque du vivant, ils ont permis à la science d'avoir une place toujours plus importante dans les domaines de la politique, de l'économie, de l'éthique et de la religion.

Ce sont ces chercheurs qui ont donné naissance, au milieu des années 1980, à la biologie de la conservation. Cette nouvelle discipline avait comme objectif d'allier écologie et biologie évolutive, dans l'objectif de conserver la diversité biologique (Wilson *et al.*, 1988). Selon ses fondateurs, la biologie de la conservation se doit de documenter la détérioration de l'environnement, mais aussi de développer et proposer des outils qui pourraient aider à renverser cette tendance. Une série de scientifiques, travaillant depuis leurs disciplines traditionnelles dans des universités et/ou des institutions gouvernementales, se sont positionnés à l'interface entre science, politique et pratique : Paul Ehrlich, les frères Odum, Peter Raven (entre autres). De plus, grâce à leur travail et à l'enseignement, ils ont influencé au-delà des États-Unis. De ce fait, et bien que la biologie de la conservation soit une discipline récente, elle a une position prépondérante dans le monde de la protection et gestion de l'environnement d'aujourd'hui. Ces mêmes chercheurs, nous les retrouverons plus tard au cœur de réseaux d'acteurs clés à l'origine de la notion de services écosystémiques (par exemple P. Ehrlich), ou comme ayant formé ceux qui se retrouveront par la suite dans le processus qui mènera au MEA.

⁵ Paul Ralph Ehrlich (né en 1932) entomologiste de renom est spécialisé en Lépidoptères (papillons). Il est aussi connu pour ses travaux sur la surpopulation humaine. Il est auteur de *The Population Bomb* (1968).

⁶ Peter Hamilton Raven (né en 1936) est un botaniste et environnementaliste américain. Directeur du Jardin Botanique du Missouri dès 1971, il a été qualifié par le *Time* magazine de « Héros pour la Planète » pour ses recherches autour du monde pour préserver les plantes en danger ainsi que pour son rôle d'ambassadeur pour la conservation et le développement durable. Il était membre du Comité de conseillers en science et technologie du Président Bill Clinton. Il a été secrétaire de l'Académie Nationale des Sciences étatsunienne pendant douze ans.

⁷ Dr. Jane Lubchenco (née en 1947) est une écologue marine et une scientifique de l'environnement américain. Elle était vice-présidente de la Société Ecologique américaine en 1988, quand cette société a été sollicitée pour déterminer les priorités de recherche en écologie. Ce document est devenu une référence de premier ordre pour la communauté des écologues.

⁸ Norman Myers (né en 1934) est un environnementaliste anglais et une autorité en matière de biodiversité. Il est membre associé extérieur de l'Académie Nationale des Sciences américaine. Après une carrière comme professeur de langues et photographe animalier autonome en Afrique, il reçoit, en 1973, à l'université de Berkeley, son doctorat. A la fin des années 1980, il a développé la théorie des *hotspots* de la biodiversité et a par la suite travaillé pour l'ONG *Conservation International*.

La biologie de la conservation, au moins dans ses premières années, s'est développée sur le socle de l'écologie. Elle utilise les méthodes et principes de l'écologie (des populations, évolutive et écosystémique), et plus particulièrement ceux de l'écologie systémique, pour les appliquer aux enjeux de la conservation de la diversité biologique. De fait, l'histoire de l'écologie systémique passe par l'université de Floride. En 1970, Howard T. Odum s'installa dans cette université et y créa un centre de recherche pour développer et enseigner l'écologie systémique. Il décrivait l'écosystème en des termes assimilables à ceux d'un organisme-machine (Kwa, 1987) et le voyait comme stable, en équilibre et efficace. H.T. Odum se référa d'ailleurs explicitement à la métaphore de la machine pour qualifier les écosystèmes (Patten et Odum, 1981). Ainsi, le rôle de l'écologie systémique serait, selon lui, de révéler la structure de la machine et de spécifier les conditions dans lesquelles l'écosystème resterait stable. Cette métaphore se trouve aussi au cœur de la *diversity-stability thesis*. Cette théorie permettait de concevoir le seuil de perturbation qui placerait un écosystème au-delà de son point d'équilibre, et le ferait disparaître. Cela a rendu l'écologie systémique très utile pour la conservation, car la *diversity-stability thesis* pouvait aider à développer des modèles capables de prédire la performance d'un écosystème.

Au cœur de la biologie de la conservation se trouve en outre une affirmation éminemment normative : il faut protéger la diversité biologique. Bien que l'écologie et la biologie de la conservation aient développé, dans une certaine mesure, un référentiel sur comment le faire, elles ont eu du mal à expliquer le pourquoi. Les scientifiques de la nature ont donc utilisé des métaphores pour convaincre du devoir que nous avons de protéger la diversité biologique. De telles métaphores ont une force rhétorique importante, mais elles ne donnent pas de raisons véritables de protéger la diversité biologique. Or, la protection de la biodiversité doit pouvoir se justifier, car l'action politique a besoin d'une justification ; celle-ci est alors venue du principe de précaution, d'une part, et d'autre part la conception fonctionnelle de la biodiversité.

C'est pendant le Forum National sur la biodiversité, qui s'est tenu à Washington D.C. en 1986, que ces arguments seront développés. Transformée en enjeu politique, l'importance de cette diversité s'étend alors au-delà de la simple présence de diverses espèces, pour atteindre l'ensemble du vivant, son potentiel génétique, les « services » que les ensembles d'espèces en interaction avec leur environnement non physique, organisés en écosystèmes, rendraient aux humains. Désormais, la conservation de la biodiversité devient un enjeu de survie de l'homme sur la planète et un enjeu économique majeur. Nous retrouverons ces mêmes arguments dans les discours autour des services des écosystèmes. Une partie de ce Forum⁹ qui a lancé dans les arènes médiatiques le concept de biodiversité était consacrée à l'étude de sa valeur (économique). L'Académie des sciences des États-Unis (*National Academy of science*, NAS) était préoccupée par l'usage du mot « valeur », car il pouvait impliquer pour certains la prise de position dans un débat scientifique (avec des teintes politiques) ; pour d'autres, le mot *valeur* pourrait être associé à l'appréciation éthique de la *biodiversité* (Takacs, 1996).

BioDiversity, la publication faisant suite au Forum éditée par E.O. Wilson (1988), peut être vu comme le texte fondateur de la biodiversité. Avec une contribution de plus de cinquante auteurs, ce livre est trop hétérogène pour être réduit à un seul message. Des aspects techniques, éthiques, économiques et sociaux de la conservation sont analysés et discutés sans nier les contradictions. C'est un livre rempli de diversité, en accord total avec la réalité du sujet. Mais le traitement de cette hétérogénéité au sein d'un seul livre, porte un message : dès lors, la biodiversité devrait être traitée comme étant un objet cohérent afin de réduire cette hétérogénéité des approches et des points de vue (Flitner, 1998). Bien que des livres précurseurs aient déjà fait le lien entre la perte de diversité du vivant et les activités humaines (cf. Carlson, 1962), cinq arguments émergent avec force dans *BioDiversity* :

- La perte des espèces ne se limite pas aux espèces emblématiques en danger. Les humains ont plus besoin d'insectes et de microorganismes que de léopards,

⁹ Sponsorisé par le *Smithsonian Institute* et la *National Academy of Science* (NAS)

- Les écosystèmes fournissent des services essentiels pour la survie des hommes sur Terre (Ehrlich, 1988),
- La perte de diversité génétique est encore plus alarmante que la perte des espèces,
- La biodiversité peut être aussi définie comme une valeur marchande soumise aux forces du marché (cf. Ehrenfeld, 1988 ; Noorgard, 1988),
- La perte de biodiversité est largement due à la croissance de la population mondiale (argument néo-malthusien).

Tout au long des 57 chapitres de l'ouvrage *BioDiversity*, nous retrouvons une série de constantes qui marqueront à jamais les négociations autour de la conservation de la diversité biologique et qui imprègnent encore la notion de services écosystémiques. On trouve en particulier l'idée que bien que certains mécanismes de marché soient identifiés comme des moteurs de perte de biodiversité, ces mêmes mécanismes sont aussi appelés à devenir les instruments par excellence de la sauvegarde de la biodiversité. Donner une valeur économique à la diversité du vivant permettrait enfin de la sauver.

Par ce détour historique, nous pouvons mieux comprendre comment les relations entre biodiversité et justifications, en particulier économiques, sont historiquement enracinées dans la construction systématique de la Nature par la biologie de la conservation. C'est dans cette mouvance que l'on va trouver les premières formulations de la notion de services écosystémiques.

Dans les années 1970, une étude du MIT qui se propose de faire une évaluation de l'état de l'environnement (Study of Critical Environmental Problems, 1970) compile des données sur l'impact de l'homme sur l'environnement. Ce document sert à la conférence de l'ONU de 1972. Or il contient un chapitre intitulé « services environnementaux », qui consiste en une liste des services rendus par la nature mais ne donne pas de définition de ces services. Ce sera chose faite à la fin des années 1980, par un article de P. Erlich dans lequel il invente le terme de service écosystémique et le définit comme suit :

« Ecosystems provide humanity with an absolutely indispensable array of services, including maintenance of the gaseous quality of the atmosphere, amelioration of climate, operation of the hydrologic cycle (including the control of floods and the provision of fresh water to agriculture, industry, and homes) disposal of wastes, recycling of the nutrients essential to agriculture and forestry, generation of soils, pollination of crops, provision of food from the sea, and maintenance of a vast genetic library from which humanity has already withdrawn the very basis of its civilization. While these services are "free", they would, of course, be infinitely costly to replace. There already are abundant signs that the scale of the human » (Ehrlich, 1989)

Si la dimension économique traverse l'histoire de la notion de biodiversité, son incorporation dans la notion de services écosystémiques passe par la mobilisation des théories de l'économie écologique.

Askö et Wallenberg : la formation de l'économie écologique

Au moment où apparaissent les premières formulations de la biodiversité puis des services écosystémiques, les disciplines de l'écologie et de l'économie étaient éloignées. Les écologistes et les économistes généralement se considéraient avec méfiance, et la croissance économique et la protection de l'environnement semblaient incompatibles. Plusieurs événements vont conduire au rapprochement des perspectives.

Des efforts formels pour rapprocher l'économie et l'écologie ont commencé dans les années 1980. Le premier a lieu à Wallenberg en 1982 au cours du séminaire intitulé *Integrating ecology and economics*. Parmi les quarante-huit participants à cette réunion figuraient beaucoup de ceux qui, plus tard, seront impliqués dans la création de la revue *Ecological Economics*, de l'ISEE (la Société Internationale d'Économie Écologique) en 1989, y compris Robert Costanza, Herman Daly, Charles Hall, Bruce Hannon, Ann-Mari Jansson, HT Odum, et David Pimentel et du *Beijer International Institute on ecological economics* en 1991.

Lorsque le professeur Karl-Göran Mäler est devenu le directeur de l'Institut Beijer au début des années 1990, il décide de lancer un appel à la coopération transdisciplinaire entre des économistes et

des écologues. Il avait, de par sa position, la conviction que les problèmes environnementaux ne pouvaient être résolus qu'en couplant les systèmes écologiques et socio-économiques. Pour ouvrir la voie à la coopération entre ces deux disciplines, il organise en 1993 un atelier-laboratoire à Askö, une station du domaine marin au large de la côte est suédoise, réunissant des chercheurs reconnus du domaine en question. L'ambiance décontractée et l'isolement de la rencontre visaient à permettre la discussion ouverte sur le thème proposé. Les réunions d'Askö ont fonctionné comme lieu de rencontre entre l'écologie systémique et l'économie écologique. La première réunion a été un grand succès. Les discussions qui ont eu lieu sur la comparaison de modèles économiques et écologiques ont abouti à l'article de Folke intitulé *Ecologists and economists can find common ground* (Folke, 1995). Par la suite, chaque année, nombre d'économistes et d'écologues de renommée internationale se sont dirigés vers cette petite île pour discuter des défis entourant le développement durable. Les réunions d'Askö ont créé une plate-forme collaborative, viable à long terme, pour les chercheurs de diverses disciplines. Ces interactions ont permis l'écriture d'un certain nombre d'articles scientifiques et des collaborations innovantes entre les économistes et les écologistes¹⁰ ; elles ont en outre généré « un changement des mentalités » (Söderqvist *et al.*, 2011).

Elinor Ostrom s'est rapprochée de l'Institut Beijer dans les années 1990 par le programme de recherche sur les droits de propriété et ressources naturelles. Ce programme a été lancé en 1993 par l'Institut Beijer afin de développer une théorie prédictive qui mettrait en relation le système de droit de propriété avec la durabilité des ressources naturelles (Berkes, 1993). Elle a fait partie de l'équipe dirigeante de l'Institut Beijer pendant plus de six années et aussi du *Stockholm resilience center*.

Ces réunions ont été des lieux clefs pour forger non seulement des relations professionnelles et des publications scientifiques, mais aussi pour créer une vraie « connivence » entre les participants. Les réseaux formés à partir de ces réunions persistent encore aujourd'hui. Habités à travailler ensemble, ces personnes continuent à faire appel les uns aux autres, se construisent une culture scientifique commune. C'est sans doute ces habitudes de travail qui expliquent qu'on les retrouve de manière aussi prégnante dans le MEA.

La place de l'écologie fonctionnelle et de l'Alliance de la résilience

Dans les racines de la notion de services écosystémiques, on retrouve à nouveau l'influence de H.T. Odum par le biais notamment d'un de ses élèves : Crawford S. Holling et de ses propres étudiants et collègues. C.S. Holling, coédite avec L. Gunderson, un de ces élèves, le livre *Panarchy : Understanding Transformations in Systems of Humans and Nature* (Gunderson et Holling, 2002). Cette communauté de scientifiques, fréquemment et majoritairement citée dans le MEA, est à l'origine de l'introduction de la gestion adaptative des systèmes socioécologiques complexes.

La gestion adaptative est une approche développée par C.S. Holling (1978) et intégrée par les milieux de gestionnaires des ressources naturelles étatsuniens (Yaffee, 1999). La gestion adaptative identifie l'incertitude comme le prémisses de l'acte de gestion des systèmes complexes. Le type de gestion prôné par ces auteurs s'organise en trois étapes : 1. établir un plan d'action fondé sur un ensemble d'hypothèses, 2. suivre la situation, et 3. réévaluer régulièrement la direction à prendre en fonction de ce que l'on apprend. Ainsi, la gestion adaptative utilise la gestion non seulement comme un outil pour changer le système, mais aussi comme un outil d'apprentissage.

La notion de système socioécologique (SES) apparaît après la notion de gestion adaptative sous la plume de Fikret Berkes et Carl Folke, qui l'utilisent pour la première fois (Berkes et Folke, 1998), pour pointer le caractère artificiel de la délimitation entre système social et système écologique. Ainsi F. Berkes et C. Folke définissent-ils un SES comme un système complexe et évolutif où les êtres humains font partie de la nature. Plus qu'un nouveau point de vue sur la stabilité de système, ils ont introduit des vues éthiques (Leopold, 1949 ; Callicott et Mumford, 1997), des dimensions sociales et institutionnelles (Ostrom, 1990) et plus tard, de l'économie écologique¹¹ (Costanza, 1989). D'abord

¹⁰ Pour une liste d'articles et livres issus de ces réunions, visiter la page : <http://www.beijer.kva.se/sida.php?id=20>

¹¹ L'économie écologique aborde les relations entre les écosystèmes et les systèmes économiques dans leur sens le plus large (Costanza, 1989). Cette branche de l'économie se construit en interphase avec l'écologie. Elle

ces sujets ont été introduits dans la pensée écologique puis, plus largement, dans les principes réglementaires et de gestion (Walker et Cooper, 2011). Ils ont aussi initié une nouvelle relation entre la science et l'action, ce qui ne fait pas l'unanimité parmi les écologistes (Nelkin, 1977 ; Kinchy et Kleinman, 2003). En considérant la nécessité d'agir dans un contexte d'incertitude, ces scientifiques préconisent la mise en place « d'institutions et de procédures capables de poursuivre une approche expérimentale de la réglementation et de la science » (Norton, 2002).

C.S. Holling a notamment fondé la revue *Ecology and Society* et le consortium des départements de sciences de l'environnement appelé la *Resilience Alliance*¹². Plus récemment, ses initiatives ont été réunies sous les auspices du Centre de Stockholm sur la Résilience, un haut lieu de réflexion qui favorise les utilisations de la science de la résilience dans des projets internationaux sur l'environnement et le développement. On peut voir comme signe de l'influence croissante de la perspective de la résilience au-delà du domaine spécialisé de la gestion des ressources naturelles le nombre de projets de développement internationaux qui, implicitement ou explicitement, adoptent les préceptes de la gestion adaptative et de la gouvernance socio-écologique.

L'institutionnalisation de la notion de services (1998 – 2005)

Le MEA est l'évaluation la plus influente dans le domaine de l'environnement. C'est elle qui a permis à la notion de services écosystémiques de sortir des sphères purement scientifiques et de faire son entrée dans les sphères politiques. Cette influence peut être perçue par l'importance croissante des publications scientifiques utilisant cette notion depuis 2006, l'année suivant la publication du MEA (figure 2). De plus, d'autres évaluations mettant au cœur la notion de services ont été entreprises, en filiation directe avec le MEA (par exemple le TEEB) et des formes de coordinations intergouvernementales à caractère scientifique ont vu le jour (comme par exemple l'IPBES).

Le MEA consiste en une évaluation des écosystèmes à l'échelle du globe. Appelé par Koffi Annan en 2000, il a été initié en 2001 avec trois objectifs :

- évaluer les conséquences des changements des écosystèmes sur le bien-être humain,
- repérer les besoins en connaissances scientifiques nécessaires pour améliorer la conservation et l'utilisation durable de ces écosystèmes,
- évaluer la contribution des écosystèmes au bien-être humain.

Les conclusions, contenues dans cinq volumes techniques et six rapports de synthèse (Tableau 1), ont fourni un état de l'évaluation scientifique des conditions et des tendances des écosystèmes de la planète et des services qu'ils fournissent, ainsi que des options pour restaurer, conserver ou améliorer l'utilisation durable de ces écosystèmes.

Entre 1998 et 2003 se tissent les relations institutionnelles et individuelles qui seront essentielles à la réalisation du projet. En effet, cette évaluation, qui a eu lieu de 2001 à 2005, a mobilisé plus de 1360 auteurs. De plus, elle a été réalisée l'effort formel de rassembler les connaissances et les données existantes sur l'état des écosystèmes et de les organiser de façon à fournir un cadre conceptuel aux décideurs politiques, sur le modèle des rapports climatiques du GIEC ou d'autres évaluations globales (Mitchell, 2006 ; Mitchell *et al.*, 2006). Le processus qui a conduit au rapport final est très structuré, et révélateur de la manière dont se construit le savoir global. C'est de ce processus dont nous voulons rendre compte.

discipline considère l'économie comme un système ouvert à l'intérieur du monde naturel. Ainsi met-elle l'accent sur la coévolution entre les humains et le monde naturel.

¹² *Resilience Alliance* est une organisation de recherche établie en 1999 et qui est soutenue par un réseau d'institutions membres aussi variées que des Universités, des agences gouvernementales ou des ONG. Leur but est de réunir de chercheurs et praticiens pour étudier la dynamique de systèmes socio-écologiques.

Le processus du Millennium Ecosystem Assessment

L'histoire du MEA est le fruit tant des demandes des scientifiques que d'acteurs politiques. Vers le milieu des années 1990, des individus travaillant pour la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) et la Convention des Nations unies pour la lutte contre la désertification (UNCCD) ont estimé que leurs besoins d'informations scientifiques n'étaient pas satisfaits par le biais de mécanismes propres à chaque convention. Des scientifiques avaient de leur côté identifié le besoin d'une évaluation internationale sur les écosystèmes, car ils estimaient que les avancées importantes faites en écologie, en économie écologique et dans d'autres sciences proches n'étaient pas reflétées dans les discussions politiques. Ainsi, quarante *leaders* scientifiques ont préparé un document d'ébauche d'une évaluation sur les écosystèmes : *Protecting our Planet, Securing our Future: Linkages Among Global Environmental Issues and Human Needs*. L'étude est publiée en 1998 par le programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), la NASA et la Banque mondiale. Ce travail plaide pour un processus d'évaluation capable de mettre en évidence les liens entre les questions relevant des sujets du climat, de la biodiversité, de la désertification et de la forêt.

La proposition pour la mise en place du MEA émerge d'un *brainstorming* au World Resource Institute (WRI) en 1998, pendant les discussions du plan du Rapport biennal du WRI, associant le PNUE, le PNUD et la Banque mondiale : le *World Resources Report* est le document qui résulte de cette rencontre. Walter Reid, Vice-président du WRI, fait une proposition, qui sera reprise par le groupe et qui vise à mettre en place un processus d'évaluation international pour les écosystèmes. Ce plan incluait une Analyse Pilote des Écosystèmes du Globe (PAGE) et l'établissement d'un processus consultatif qui pourrait mener à la création d'une évaluation scientifique internationale. Les quatre institutions partenaires ont approuvé le projet et ont entamé la phase exploratoire.

En juin 1998, le WRI démarre l'analyse pilote sous la direction de Dan Tunstall et Norber Henninger, deux employés du WRI économistes de formation. Le premier était directeur de la coopération internationale et le second travaillait pour le *People and Ecosystems Program*. Le PAGE a donné une vision d'ensemble des conditions globales des écosystèmes et des biens et services primaires qu'ils produisent. En octobre 1998, ils invitent trente représentants de la communauté scientifique, des agences des Nations unies, du secteur privé et des conventions internationales pour une réunion informelle sur la possibilité de mettre en place une évaluation internationale des écosystèmes. Le groupe conseille l'établissement d'un comité de pilotage. Le WRI servira de secrétariat du comité. Walt Reid (biologiste de la conservation) est élu pour coordonner le travail.

En février 1999 se tient la première réunion du comité de pilotage du MEA, où l'on discute des arrangements institutionnels et du financement d'un tel processus d'évaluation. Cette réunion est suivie d'une série de consultations, avec les conventions internationales, les donateurs et des scientifiques, et de deux ateliers (en Malaisie, présidé par A.H. Zaiki, secrétaire de l'Organe subsidiaire chargé de fournir des avis scientifiques, techniques et technologiques de la Convention sur la diversité biologique (CDB) à l'époque ; au Canada présidé par Madhav Gadgi, biologiste de la conservation, président du *Science and Technology Advisory Panel* du *Global Environment Facility*). L'Organisation des Nations unies, la *Packard Foundation* et Fond pour l'environnement mondial (GEF) financent le travail exploratoire du Comité de pilotage du PAGE et du WRI. Le *Meridian Institute* est mandaté pour concevoir le processus multipartite du MEA. En octobre 1999, le comité de pilotage se réunit une deuxième fois. La résolution pour la création du MEA est prise avec le soutien de plusieurs institutions (agences des Nations unies, le Conseil International pour la Science – ICSU, le Groupe consultatif international sur la recherche en agriculture – CGIAR, la Banque mondiale, le *World research institute* – WRI, le *World Business Council for Sustainable Development* et l'Union internationale pour la conservation de la nature – IUCN).

Ainsi démarre une phase de transition pour établir le système de gouvernance et les arrangements institutionnels nécessaires pour la réalisation du MEA. Entre octobre 1999 et juillet de 2000, les Conférences des parties (COP) de la CDB, la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et la Convention sur les zones humides d'importance internationale (RAMSAR) approuvent le MEA comme mécanisme approprié pour subvenir à leurs besoins d'information.

L'initiative décolle alors. Le résumé pour les décideurs (*Executive Summary*) du WRI 2000-2001 *People and Ecosystems: The Fraying Web of Life* est publié. Ce document demande la création d'une évaluation des écosystèmes du millénaire (MEA). Cette publication connaît un succès notable auprès du grand public, elle est reprise et commentée par le *Times*. De son côté, Kofi Annan parle, dans son *Millennium Report* à l'Assemblée générale de Nations unies, du MEA comme une de cinq initiatives majeures pour développer un monde durable. En mai 2000, deux fondations à but environnemental (*Summit Foundation* et *Wallace Global Foundation*) décident de financer la phase de transition du lancement du MEA. Le même mois, la GEF libère sept millions de dollars pour le MEA. Quatre millions de dollars viendront soutenir le MEA un mois après, de la part de la *United Nations Foundation*. La Norvège et la Fondation Rockefeller se sont investis financièrement dans l'exploration des évaluations régionales et locales à inclure dans le MEA. La Banque mondiale finance le processus à hauteur de deux millions de dollars pour quatre ans. L'UNEP donnera 200 000 dollars de plus par an. La Fondation Packard donnera 2,4 millions de dollars au WRI pour soutenir le MEA. Cette dernière donation permet d'atteindre 75 % du financement du budget nécessaire pour démarre le processus.

La première réunion du Comité de pilotage du MEA est tenue en Norvège. Robert Watson et A.H. Zakri sont élus comme « *Co-Chairs* » et Walter Reid est confirmé comme « *Acting Director* ». Harold Mooney et Angela Cropper sont nommés *Co-Chairs* du panel d'évaluation.

Au début de l'année 2001, les réunions pour planifier les évaluations régionales et locales en Asie du Sud Est, en Europe et en Afrique du Sud démarrent et le MEA est officiellement lancé le 5 juin 2001 à New York, Turin et Tokyo. La participation est élargie à d'autres acteurs (ONG, représentants du gouvernement et même de représentants du secteur privée), alors que les représentants des États ont été invités à réviser les rapports préliminaires. Les institutions d'appartenance des auteurs qui ont participé du MEA reflètent le type des acteurs impliqués (Figure 3).

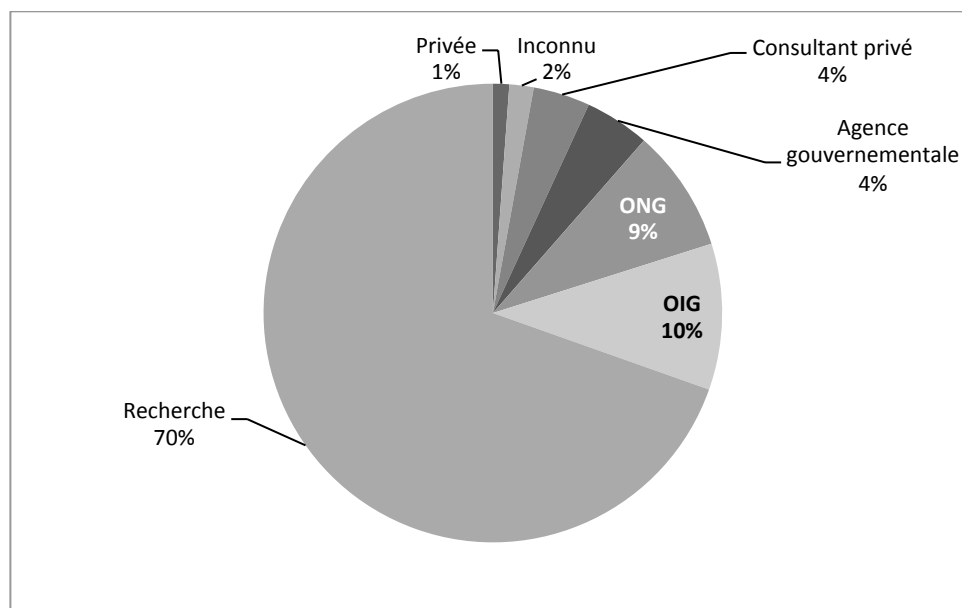


Figure 3 – Type d'institutions d'appartenance des auteurs du MEA (Tous rapports confondus)

Divers documents sont produits à travers le processus du MEA (Tableau 1). Le premier document publié est le « cadre conceptuel » (en 2003). Le produit final est le « rapport d'évaluation », publié en 2005 et divisé en trois volumes :

- État actuel et tendances des écosystèmes (28 chapitres),
- Les scénarios (14 chapitres),
- Les réponses politiques (19 chapitres).

Chacun des volumes a été construit sous la responsabilité d'un groupe de travail *ad hoc*. Chaque chapitre a été rédigé sous la responsabilité d'un ou de quelques coordinateurs animant une équipe

d'auteurs principaux, de contributeurs et d'éditeurs. Une deuxième série de rapports a été produite pour valoriser des études conduites à des échelons locaux ou à des niveaux géographiques intermédiaires : au total, 18 évaluations sous-globales (*subglobal assessment*) et quinze études complémentaires sont publiées. Enfin, une synthèse globale et cinq synthèses thématiques ont été publiées. Les synthèses thématiques ont été produites à la demande des acteurs spécifiques et visaient une audience particulière : la synthèse « biodiversité » à la demande de la CDB, la synthèse « Désertification » à la demande de la Convention des Nations unies de lutte contre la désertification, la synthèse « Zones Humides » à la demande de la Convention sur les zones humides d'importance internationale, la synthèse « Santé » à la demande de la Convention mondiale sur la santé et une dernière synthèse a été produite visant le secteur privé.

Contenu disciplinaire et fondements théoriques du MEA

Comme nous l'avons vu dans la première partie, le MEA s'inscrit dans l'histoire de la biologie de la conservation, de l'écologie systémique (en particulier de l'alliance pour la résilience) et de l'économie écologique. Pour montrer de façon plus précise la filiation intellectuelle du MEA, nous avons analysé les auteurs qui ont eu un rôle de coordination du MEA (auteurs coordinateurs, auteurs *leaders* et auteurs du cadre théorique), leurs affiliations institutionnelles et les citations référencées dans les divers documents produits par le processus.

Les principaux auteurs représentent un large éventail de disciplines (Figure 4). Comme l'on pouvait s'y attendre, plus de la moitié des auteurs sont biologistes ou économistes. Plus de 50 % des biologistes sont des écologues, alors que 28 % se définissent comme des biologistes de la conservation. Environ un tiers des économistes sont des économistes de l'environnement, un tiers des généralistes et 21 % sont des économistes des ressources naturelles ; seulement 10 % des économistes se reconnaissent comme des économistes écologiques, courant pourtant dominant dans le processus qui a amené au MEA. Ce résultat est étonnant, et nous n'avons pas trouvé d'explication satisfaisante en dehors du fonctionnement même de la discipline économique où l'économie écologique reste marginale – et donc peu en capacité d'apparaître à des niveaux institutionnels.

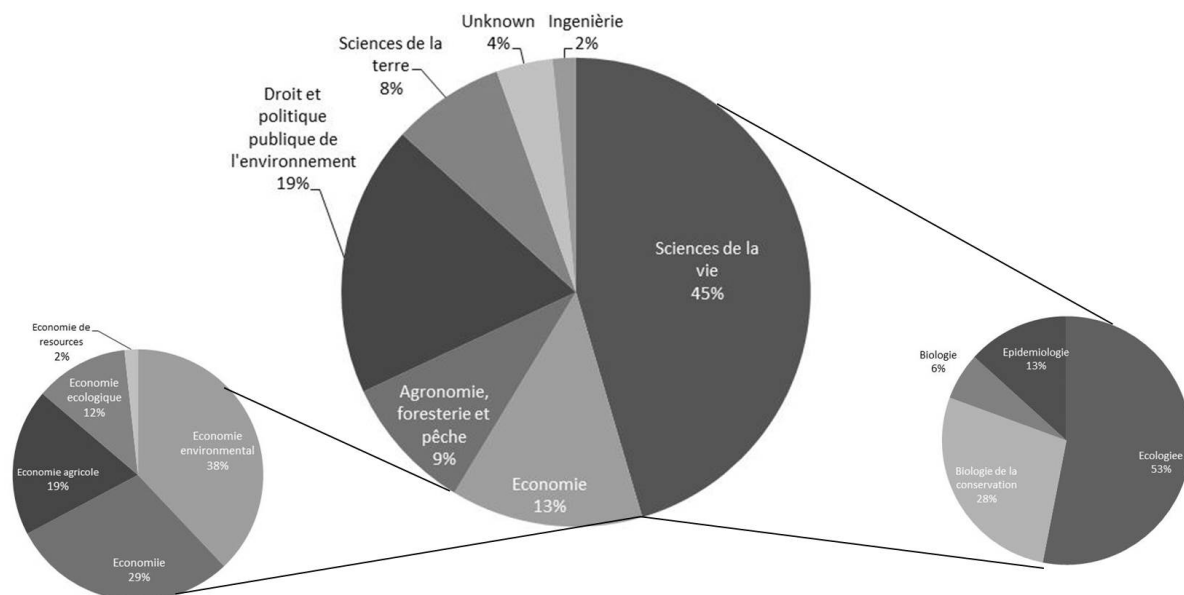


Figure 4 – Disciplines des auteurs clés du MEA

Sont pris en compte les auteurs coordinateurs, auteurs *leaders* et auteurs du cadre théorique (n=534)

Une analyse de l'insertion institutionnelle des auteurs clés du MEA confirme la position de premier plan des chercheurs associés à l'université de Stanford, à l'Institut Beijer d'Economie

écologique et au réseau de l'Alliance pour la résilience¹³. Certains d'entre eux ont joué un rôle de médiateurs clefs, faisant partie du conseil d'administration et de l'équipe de rédaction de base. Il s'agit notamment des pionniers des services écosystémiques (Mooney par exemple de Stanford) et de l'idée de « paiement pour les services écosystémiques » (Partha Dasgupta à Oxford), ainsi que des spécialistes dans la gestion d'une évaluation globale (Robert Watson de la Banque mondiale, Walter Reid de Stanford). Cela va dans le sens de travaux de Pesche (2014).

Document consensuel par excellence, le MEA est marqué par certains courants de pensée, reliés à des réseaux, et par une association entre économie et écologie. Si ces réseaux ont fait alliance pour parvenir au MEA, nous allons voir que, par la suite, des dissensions sont apparues dans l'appréhension de la notion de services écosystémiques.

La vie après le MEA : un renforcement des réseaux scientifiques préexistants

L'évolution de la notion de services écosystémiques après le MEA est en relative contradiction avec le *momentum* de consensus qu'il a constitué. En effet, on va voir l'alliance entre économie et écologie se transformer peu à peu, alors que les acceptions différentes de la notion de services écosystémiques portées d'un côté par R. Costanza, de l'autre par G. Daily, vont amener à des appréhensions très différentes de cette notion. Ainsi, sur la période récente, l'acception pédagogique et scientifique de la notion de services écosystémiques va peu à peu diverger de sa dimension opérationnelle.

En termes scientifiques, la notion de services écosystémiques n'a pas eu la même postérité en économie et en écologie. En effet, le pourcentage de publications dans ces deux disciplines utilisant la notion de services écosystémiques (Figure 5) montre, qu'après la publication du MEA, il y a eu une nette augmentation du nombre de publications dans le domaine écologique et non dans le domaine économique où le chiffre reste faible. Bien que le MEA ait fait rentrer l'écologie dans une logique économique explicite, la discipline économique ne semble pas s'être appropriée de la notion de services écosystémiques. Ainsi le recours à l'économie serait-il principalement rhétorique, sans vocation à créer de réels marchés.

Or dans les arènes politiques qui ont adopté la notion de services écosystémiques à partir de 2005 les débats et les discours sont axés sur l'économie et la question de la valorisation monétaire des services écosystémiques. L'initiative internationale la plus représentative de cette tendance est l'initiative *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB). Pensée d'abord comme un rapport, l'initiative TEEB, présenté à la X^e Conférence des Parties de la CDB, visait à attirer l'attention sur les avantages économiques de la biodiversité, y compris le coût croissant de la perte de biodiversité et la dégradation des écosystèmes (Sukhdev *et al.*, 2010). Le succès du rapport a été tel qu'il a été transformé en initiative globale et a été prolongé. Plusieurs auteurs ont ainsi étudié de manière critique l'approche monétaire développé par des institutions et des initiatives internationales (voir Ring *et al.*, 2010 ; Macdonald et Corson, 2012 ; Rodriguez-Labajos et Martinez-Alier, 2013 ; Suarez et Corson, 2013).

Dans les arènes strictement scientifiques la disjonction entre services écosystémiques et les autres notions sémantiquement proches s'approfondit au cours de cette période. La notion de services écosystémiques, depuis sa naissance, se décline en d'autres notions qui ont aujourd'hui un grand succès : PES, REDD. On aurait pu penser que les communautés traitant ces divers concepts étaient fortement liées, mais nos résultats montrent que ce sont des communautés assez indépendantes (Figure 2). La communauté scientifique se structure autour de quelques sous disciplines, organisées avec des mots-clefs, qui dialoguent assez peu entre elles (sauf par la résilience alliance). Par exemple, parler de services écosystémiques (SE) n'implique pas toujours de parler de paiement (PSE).

¹³ Ce noyau est constitué des auteurs ou membres du panel qui ont participé à la rédaction d'au moins trois chapitres ou documents du MEA. Denis Pesche (2011), en utilisant des critères différents, arrive à un noyau composé de 120 personnes.

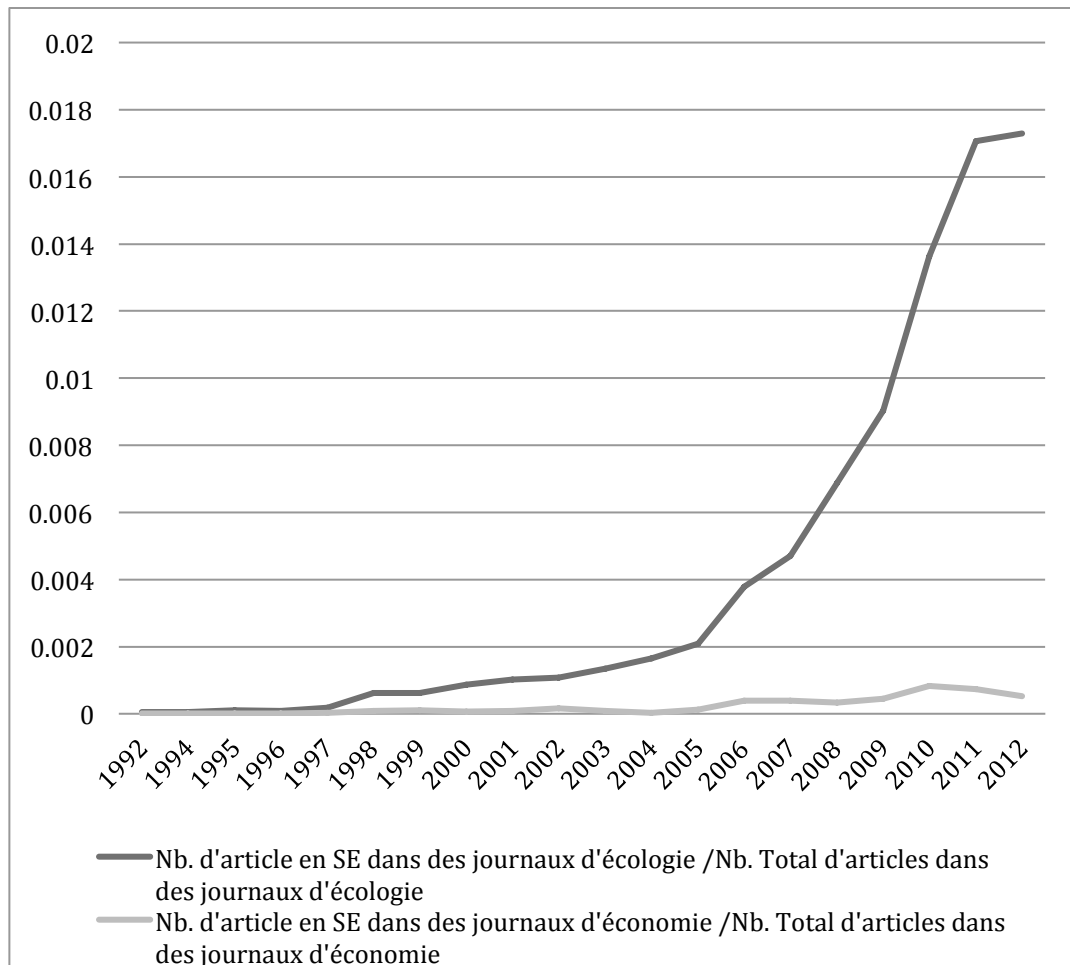


Figure 5 – Dynamique temporelle de publications scientifiques en écologie et économie ayant comme sujet « service écosystémique »

Les scientifiques promeuvent leur vision des services écosystémiques

Après le MEA, plusieurs articles scientifiques ont été co-écrits par des membres du noyau dur du MEA (Armsworth *et al.*, 2007 ; Goldman *et al.*, 2007 ; Daily et Matson, 2008 ; Turner et Daily, 2008 ; Daily *et al.*, 2009 ; Kinzig *et al.*, 2013). Ils ont participé à la construction de cette évaluation comme plateforme de lancement de la notion de service écosystémique.

Nous avons voulu voir si le processus qui aboutit au MEA, ainsi que l'évaluation elle-même, ont renforcé des réseaux scientifiques préexistants, ou s'ils ont aidé à construire des nouveaux réseaux. Pour mesurer ce rapprochement, nous avons pris comme point de départ les auteurs du cadre théorique du MEA. Nous avons regardé leurs réseaux de co-citation avant (Figure 6a) et après 2005 (Figure 6b). Il est évident que le MEA a permis la création de liens entre des chercheurs auparavant isolés.



Figure 6 – Réseau de collaboration des auteurs leader du MEA dans la publication d’articles scientifiques

Requête sur WebOS des articles publiés entre 1998 et 2012.

Nous informons la discipline d’appartenance des auteurs. Les cercles bleu clair indiquent des clusters

Il nous semble intéressant de finir notre analyse par un retour sur les projets actuels des incitateurs de la notion des services écosystémiques : R. Costanza et G. Daily.

Robert Costanza et Gretchen Daily : deux modes de mise en réseau et deux visions concurrentes ?

Comme nous l’avons dit, la plupart des auteurs s’accordent sur le rôle fondateur du travail de Gretchen Daily et de Robert Costanza, comme une base homogène à l’origine de la construction et de la diffusion de la notion de service écosystémiques. Or, nous avons vu que la base de la notion de services écosystémiques n’est pas aussi homogène qu’il y paraît. Les projets que G. Daily et R. Costanza développent aujourd’hui illustrent clairement les effets de cette hétérogénéité d’origine sur la façon d’utiliser la notion. Le réseau de co-auteurs de G. Daily est relativement restreint. Son principal co-auteur est son mentor, P. Ehrlich. Le réseau de co-auteurs de R. Costanza est plus large que celui de G. Daily. Dans les 347 articles analysés, Costanza co-écrit avec des écologues, économistes, politologues, etc. Ses co-auteurs sont des chercheurs tant américains qu’européens. Il est intéressant de constater que ces deux auteurs n’ont publié qu’un article ensemble.



Figure 7 – Réseau de co-auteurs de R. Costanza et G. Daily (WebOS)

G. Daily a continué son travail de promotion des services écosystémiques après son engagement dans le MEA. Sans délaissier sa carrière de chercheuse (que nous mesurons ici par le nombre de publications dans des journaux scientifiques), G. Daily s’est investi dans la promotion d’une approche par les services écosystémiques de la conservation de ressources naturelles. En 2006, elle lance le Natural Capital Project en collaboration avec J. Foley, P. Kareiva, S. Polasky et T. Ricketts entre autres. Nous remarquons que les chercheurs clefs de cette initiative ont tous participé activement au MEA. Il en va de même des institutions qui soutiennent ce projet : Fondation Gordon and Betty Moore, Fondation David and Lucile Packard, Fondation Rockefeller, Fondation Summit, Fondation MacArthur, etc.

Le Natural Capital (NC) Project met en place un partenariat entre l’Université de Stanford, les ONG conversationnistes *The Nature Conservancy* (TNC), le Fonds mondial pour la nature (WWF), et l’Université du Minnesota. Le but du projet est de promouvoir une approche par services écosystémiques pour la conservation de ressources naturelles. Pour ce faire, le projet vise non seulement à développer des concepts et des outils pratiques, mais aussi à les appliquer dans différentes régions du monde et à mener une campagne de *lobbying* visant à engager des *leaders* influents qui puissent intégrer les approches développées par le projet dans la politique.

Nous retrouvons ainsi le même réseau institutionnel et individuel qui a été actif dans le MEA. Néanmoins, nous percevons ici une modification du contenu que ces acteurs mettent dans la notion de services écosystémiques. Ce projet a un caractère pragmatique, il est clairement orienté vers l’action. Celle-ci passe par la modélisation des services avec l’objectif de les mesurer pour leur donner une valeur monétaire ; en somme, une approche économique de la notion. Les titres des différents livres et articles publiés dans le cadre de ce projet en témoignent : *Nature’s Fortune: How Business and Society Thrive by Investing in Nature* (Tercek, 2013) ; *Natural capital: theory and practice of mapping ecosystem services* (Kareiva *et al.*, 2011) ; *Valuing the environment in small islands: An environmental economics toolkit* (Van Beukering *et al.*, 2007) ; *Modelling ecosystem services in terrestrial system* (Nelson et Daily, 2010).

En parallèle, le partenariat sur les services des écosystèmes (*ES-Partnership*) a été lancé en 2008 par l’Institut Gund pour l’Ecologie Economique, de l’Université du Vermont (États-Unis). Au moment du lancement, R. Costanza était le directeur de cet Institut, et il a joué un rôle important dans la création de ce partenariat. Cinq autres institutions font également partie des instigateurs : le Groupe d’Analyse de Systèmes Environnementaux de l’Université de Wageningen (Pays Bas), l’Institut

d'Économie écologique de l'Université de Portland (États-Unis), le Département de gestion des Écosystèmes de l'Université de Kiel (Allemagne), le Centre de Gestion environnementale de l'Université de Nottingham (Royaume Uni) et Laboratoire d'Écologie du Paysage de l'Université de Salento (Italie). L'*ES-Partnership* vise à améliorer la communication, la coordination et la coopération, il s'agit de construire un solide réseau d'individus et d'organisations autour des services écosystémiques. Ce partenariat « renforce et encourage la diversité des approches, tout en réduisant le dédoublement inutile des efforts dans la conceptualisation et l'application des services écosystémiques. En promouvant de « bonnes » pratiques en matière de gestion des services écosystémiques, l'*ES-Partnership* permettra également d'augmenter les possibilités de soutien financier et d'aider à concentrer le financement des organismes individuels pour une utilisation plus efficace des fonds existants » (Ecosystem Services Partnership).

Ces deux exemples nous permettent d'illustrer les divergences qui existent quant à la façon que différents acteurs ont de se saisir du concept. Bien que R. Costanza et G. Daily se croisent constamment dans les diverses réunions et évaluations qui ont aidé à la construction de la notion de services écosystémiques, les deux « projets » qu'ils ont initiés après le MEA divergent de façon notable. Aucune institution ne participe dans les deux projets. G. Daily est financée par de fondations privées, des ONG conversationnistes et des entreprises tandis que l'initiative de R. Costanza mobilise non seulement des partenaires, mais aussi des fonds soit des IGOs, soit des institutions de recherche. L'initiative de G. Daily ne fait appel qu'à des partenaires nord-américains, tandis que l'initiative de R. Costanza établit des liens forts avec des institutions européennes et internationales. G. Daily a une approche gestionnaire et économique. Dans ses livres et son projet NC, elle promeut les services écosystémiques comme un outil en soit de gestion de ressources naturelles et comme un moyen d'internaliser les coûts liés à la dégradation de ces mêmes ressources. R. Costanza, avec son *ES-Partnership*, avance une approche plus politique de la notion. Il utilise le concept avant tout comme un outil pour mettre en discussion des acteurs divers et avec un propos heuristique. Le Partenariat, plus que produire des données qui lui sont propres, permet de collecter des données des divers acteurs pour les transformer en matériaux didactiques.

La dissension entre pédagogie et opérationnalisation des services écosystémiques est fortement présente dans la période post-MEA.

Conclusion

Ce chapitre a permis de confirmer et de préciser certains aspects de la notion de services écosystémiques déjà présents dans la littérature. Avant 1997, on assiste au rapprochement de la science écologique et de la science économique, à travers l'émergence de deux sous-disciplines : la biologie de la conservation pour l'une, et l'écologie économique pour l'autre. De la rencontre de ces dernières émerge la notion de service écosystémique. La seconde période, allant de 1997 à 2005, est marquée par une structuration progressive du concept dans la sphère scientifique et son institutionnalisation dans la sphère politique avec la publication en 2005 du MEA. La dernière période s'étend depuis cette publication charnière jusqu'à aujourd'hui. Elle se caractérise par une modification contradictoire des rapports de force entre les deux disciplines au sein des arènes scientifiques : alors que dans la science l'économie semble laisser de côté la notion de services écosystémiques, la dimension économique de la notion devient prégnante dans les politiques publiques. Parallèlement, les tensions entre l'usage pédagogique de la notion et son opérationnalisation se renforcent et deviennent plus prégnants.

Ces tensions vont se retrouver dans la manière dont la notion de services écosystémiques est appropriée dans les politiques publiques. C'est ce que nous allons étudier dans le chapitre suivant.

Bibliographie

- ADEEL, Z., WORLD RESOURCES INSTITUTE, 2005, *Ecosystems and human well-being : desertification synthesis : a report of the Millennium Ecosystem Assessment*, Washington, D.C., World Resources Institute, 26 p.
- ALCAMO, J., BENNETT, E.M., MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM), 2003, *Ecosystems and human well-being : a framework for assessment*, Washington, DC, Island Press, 245 p.
- Anonyme, 1994, Researching Property Rights and Natural Resources, In: The common property resource digest, IASCP, Winrock, ICRISAT.
- ARMSWORTH, P.R., CHAN, K.M.A., DAILY, G.C., EHRLICH, P.R., KREMEN, C., RICKETTS, T.H., SANJAYAN, M.A., 2007, « Ecosystem-service science and the way forward for conservation », *Conservation Biology*, 21 (6), p. 1383-1384.
- BERKES, F., 1993, « The interface between natural and social systems », *Beijer Discussion Papers* (37).
- BERKES, F., 2002, Cross-scale institutional linkages for commons management : perspectives from the bottom up, in E. OSTROM, T. DIETZ, N. DOLŠAK, P. C. STERN, S. STONICH, E. U. WEBER (dir.), *The drama of the commons*, Washington, DC, The national academies press, p. 293-315.
- BERKES, F., FOLKE, C., 1998, *Linking social and ecological systems : management practices and social mechanisms for building resilience*, Cambridge University.
- BERKES, F., FOLKE, C., COLDING, J., 1998, *Linking social and ecological systems : management practices and social mechanisms for building resilience*, Cambridge, U.K. ; New York, NY, USA, Cambridge University Press, 459 p.
- BERKES, F., COLDING, J., FOLKE, C., 2003, *Navigating social-ecological systems : building resilience for complexity and change*, Cambridge ; New York, Cambridge University Press, 393 p.
- BORGATTI, S., 2007, NetDraw, Network Visualization, <<http://www.analytictech.com/Netdraw/netdraw.htm%3E>>.
- CALLICOTT, J.B., MUMFORD, K., 1997, « Ecological sustainability as a conservation concept », *Conservation Biology*, 11 (1), p. 32-40.
- CALLICOTT, J.B., CROWDER, L.B., MUMFORD, K., 1999, « Current Normative Concepts in Conservation », *Conservation Biology*, 13 (1), p. 22-35.
- CAPISTRANO, D., MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM). SUB-GLOBAL ASSESSMENTS WORKING GROUP, 2005, *Ecosystems and human well-being : multiscale assessments : findings of the Sub-global Assessments Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment*, Washington, DC, Island Press, The Millennium Ecosystem Assessment series, 388 p.
- CARLSON, R., 1962, *Silent Spring*, Boston, Houghton Mifflin.
- CARPENTER, S.R., MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM). SCENARIOS WORKING GROUP., 2005, *Ecosystems and human well-being : scenarios : findings of the Scenarios Working Group, Millennium Ecosystem Assessment*, Washington, DC, Island Press, The Millennium Ecosystem Assessment series, 560 p.
- CASTRO-LARRAÑAGA, M.V., 2013, *Au nom de la biodiversité. De la construction d'une norme internationale à son application au niveau local*, Géographie, Ecole des hautes études en sciences sociales, Paris, 300 p.
- CHEN, C., 2004, « Searching for intellectual turning points: Progressive knowledge domain visualization », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 (Suppl 1), p. 5303-5310.
- CHEN, C., IBEKWE-SANJUAN, F., SANJUAN, E., WEAVER, C., 2006, Visual Analysis of Conflicting Opinions, In: IEEE Symposium on Visual Analytics Science and Technology Baltimore, MD, USA, 59-66.
- CHOPRA, K.R., MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM), 2005, *Ecosystems and human well-being : policy responses : findings of the Responses Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment*, Washington, DC, Island Press, The Millennium Ecosystem Assessment series, 621 p.
- CORVALAN, C., HALES, S., MCMICHAEL, A.J., MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM), WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2005, *Ecosystems and human well-being : health synthesis*, Geneva, Switzerland, World Health Organization, Millennium ecosystem assessment, 53 p.
- COSTANZA, R., 1989, « What is ecological economics? », *Ecological Economics*, 1 (1), p. 1-7.

COSTANZA, R., 2003, The Early History of Ecological Economics and the International Society for Ecological Economics (ISEE), Internet Encyclopaedia of Ecological Economics, International Society for Ecological Economics, 4.

COSTANZA, R., DE GROOT, R., FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R.V., PARUELO, J., RASKIN, R.G., SUTTON, P., VAN DEN BELT, M., 1997, « The value of the world's ecosystem services and natural capital », *Nature*, 387, p. 253-260.

DAILY, G. (dir.) 1997, *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystem*, Washington D.C., Island Press.

DAILY, G.C., MATSON, P.A., 2008, « Ecosystem services: From theory to implementation », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105 (28), p. 9455-9456.

DAILY, G.C., ALEXANDER, S., EHRLICH, P.R., GOULDER, L., 1997, « Ecosystem services: Benefits supplied to human societies by natural ecosystems », *Issue in Ecology* (2), p. 16.

DAILY, G.C., POLASKY, S., GOLDSTEIN, J., KAREIVA, P.M., MOONEY, H.A., PEJCHAR, L., RICKETTS, T.H., SALZMAN, J., SHALLENBERGER, R., 2009, « Ecosystem services in decision making: Time to deliver », *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7 (1), p. 21-28.

DALY, H.E., TOWNSEND, K.N., 1993, *Valuing the earth: economics, ecology, ethics*, MIT press.

ECOSYSTEM SERVICES PARTNERSHIP, The Ecosystem Services Partnership, <<http://www.es-partnership.org/esp/79035/5/0/50>> (consulté le 15 juin).

EHRENFELD, D., 1988, Why put a value on Biodiversity?, in E. O. WILSON (dir.), *Biodiversity*, Washington, D.C., National Academy Press, p. 212-216.

EHRLICH, P., 1988, The loss of Diversity. Causes and Consequences, in E. O. WILSON (dir.), *BioDiversity*, Washington, D.C., National Academy press, p. 21-27.

EHRLICH, P.R., 1968, *The Population Bomb*, New York, New York, Ballentines Book Inc., 152 p.

EHRLICH, P.R., 1989, « The limits to substitution: Meta-resource depletion and a new economic-ecological paradigm », *Ecological Economics*, 1 (1), p. 9-16.

FISHER, B., TURNER, R.K., MORLING, P., 2009, « Defining and classifying ecosystem services for decision making », *Ecological Economics*, 68 (3), p. 643-653.

FLITNER, M., 1998, Biodiversity: of local commons and global commodities, in M. GOLDMAN (dir.), *Privatizing Nature. Political struggles for global commons*, New Brunswick, New Jersey, Rutgers University Press, p. 144-166.

FREEMAN, L., 1979, « Centrality in social networks. Conceptual clarification », *Social Networks* (1), p. 215-239.

GIRVAN, M., NEWMAN, M.E.J., 2002, « Community structure in social and biological networks », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99 (12), p. 7821-7826.

GOLDMAN, R.L., THOMPSON, B.H., DAILY, G.C., 2007, « Institutional incentives for managing the landscape: Inducing cooperation for the production of ecosystem services », *Ecological Economics*, 64 (2), p. 333-343.

GOMEZ-BAGGETHUN, E., DE GROOT, R., LOMAS, P.L., MONTES, C., 2010, « The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes », *Ecological Economics*, 69 (6), p. 1209-1218.

GOMEZ-BAGGETHUN, E., DE GROOT, R., LOMAS, P.L., MONTES, C., 2010, « The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes », *Ecological Economics*, In Press, Corrected Proof.

GUNDERSON, L.H., HOLLING, C.S., 2002, *Panarchy : understanding transformations in human and natural systems*, Washington, DC, Island Press, xxiv, 507 p., 2 p. of plates p.

HANNEMAN, R., RIDDLE, M., 2005, *Introduction to social network methods*, Riverside, University of California.

HASSAN, R.M., SCHOLES, R.J., ASH, N., MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM). CONDITION AND TRENDS WORKING GROUP., 2005, *Ecosystems and human well-being : current state and trends : findings of the Condition and Trends Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment*, Washington, DC, Island Press, The millennium ecosystem assessment series, xxi, 917 p. p.

HOLLING, C.S., 1978, *Adaptive environmental assessment and management*, London., Wiley. Reprinted by Blackburn in 2005, Adaptive environmental assessment and management.

- HOLLING, C.S., MEFFE, G.K., 1996, « Command and Control and the Pathology of Natural Resource Management Comando-y-control y la patología del manejo de los recursos naturales », *Conservation biology*, 10 (2), p. 328-337.
- JACKSON, J.B.C., KIRBY, M.X., BERGER, W.H., BJORN DAL, K.A., BOTSFORD, L.W., BOURQUE, B.J., BRADBURY, R.H., COOKE, R., ERLANDSON, J., ESTES, J.A., HUGHES, T.P., KIDWELL, S., LANGE, C.B., LENIHAN, H.S., PANDOLFI, J.M., PETERSON, C.H., STENECK, R.S., TEGNER, M.J., WARNER, R.R., 2001, « Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems », *Science*, 293 (5530), p. 629-637.
- KAREIVA, P., TALLIS, H., RICKETTS, T.H., DAILY, G.C., POLASKY, S., 2011, *Natural capital: theory and practice of mapping ecosystem services*, Oxford University Press.
- KINCHY, A.J., KLEINMAN, D.L., 2003, « Organizing Credibility: Discursive and Organizational Orthodoxy on the Borders of Ecology and Politics », *Social Studies of Science*, 33 (6), p. 869-896.
- KINZIG, A.P., EHRLICH, P.R., ALSTON, L.J., ARROW, K., BARRETT, S., BUCHMAN, T.G., DAILY, G.C., LEVIN, B., LEVIN, S., OPPENHEIMER, M., OSTROM, E., SAARI, D., 2013, « Social Norms and Global Environmental Challenges: The Complex Interaction of Behaviors, Values, and Policy », *BioScience*, 63 (3), p. 164-175.
- KWA, C., 1987, « Representations of Nature Mediating between Ecology and Science Policy: The Case of the International Biological Programme », *Social Studies of Science*, 17 (3), p. 413-442.
- LEOPOLD, A., 1949, *A Sand County Almanach*, Oxford University Press, 240 p.
- MACDONALD, K.I., CORSON, C., 2012, « TEEB Begins Now': A Virtual Moment in the Production of Natural Capital », *Development and Change*, 43 (1), p. 159-184.
- MARTIN, B.R., 2011, « What can bibliometrics tell us about changes in the mode of knowledge production? », *Prometheus*, 29 (4), p. 455-479.
- MERAL, P., 2012, « Le concept de service écosystémique en économie : origine et tendances récentes », *Natures Sciences Sociétés*, 20 (1), p. 3-15.
- MERAL, P., 2012, « Le concept de service écosystémique en économie : origine et tendances récentes », *Nat. Sci. Soc.*, 20 (1), p. 3-15.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM), 2005a, *Ecosystems and human well-being : synthesis*, Washington, DC, Island Press, 137 p.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM), 2005b, *Ecosystems and human well-being : biodiversity synthesis : a report of the Millennium Ecosystem Assessment*, Washington, DC, World Resources Institute, vi, 79 p.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM), 2005c, *Ecosystems and human well-being : wetlands and water synthesis : a report of the Millennium Ecosystem Assessment*, Washington, DC, World Resources Institute, vi, 68 p. p.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM), 2005d, *Ecosystems and human well-being: Opportunities & Challenges for Business & Industry* Washington, D.C., Island Press, Millennium Ecosystem Assessment series, xv, 105 p. p.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM), 2005e, *Our human planet : summary for decision-makers*, Washington, D.C., Island Press, Millennium Ecosystem Assessment series, xv, 109 p. p.
- MITCHELL, R.B., 2006, « Problem Structure, Institutional Design, and the Relative Effectiveness of International Environmental Agreements », *Global Environmental Politics*, 6 (3), p. 72-89.
- MITCHELL, R.B., CLARK, W.C., CASH, D.W., DICKSON, N.M., 2006, *Global Environmental Assessments*, Cambridge, MIT Press.
- MOONEY, H.A., P.R. EHRLICH, 1997, Ecosystem services: A fragmentary history, in G. C. DAILY (dir.), *Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems*, Washington D.C., Island Press, p. 11-19.
- NELKIN, D., 1977, « Scientists and Professional Responsibility: The Experience of American Ecologists », *Social Studies of Science*, 7 (1), p. 75-95.
- NELSON, E.J., DAILY, G.C., 2010, « Modelling ecosystem services in terrestrial systems », *F1000 biology reports*, 2.
- NOORGARD, R.B., 1988, the rise of the Global Exchange economy and the Loss of Biological Diversity, in E. O. WILSON (dir.), *Biodiversity*, Washington, D.C., National Academy Press, p. 206-211.

- NORTON, B.G., 2002, *Searching for Sustainability: Interdisciplinary Essays in the Philosophy of Conservation Biology*, Cambridge University Press.
- OSTROM, E., 1990, *Governing the commons : the evolution of institutions for collective action*, Cambridge ; New York, Cambridge University Press, 280 p.
- PATTEN, B.C., ODUM, E.P., 1981, « The Cybernetic Nature of Ecosystems », *The American Naturalist*, 118 (6), p. 886-895.
- PESCHE, D., 2013, « Le Millennium Ecosystem Assessment : anatomie d'une évaluation environnementale globale », *Nat. Sci. Soc.*, 21 (4), p. 363-372.
- PESCHE, D., 2014, « Le Millennium Ecosystem Assessment : anatomie d'une évaluation environnementale globale », *Natures Sciences Sociétés*, 21 (4), p. 363-369.
- PESCHE, D., MÉRAL, P., HRABANSKI, M., BONNIN, M., 2011, « Services écosystémiques et Paiements pour services environnementaux: les deux faces d'une même logique », *Programme SERENA, Document de travail (2011-01)*, p. 25.
- PRUGH, T., DALY, H., GOODLAND, R., CUMBERLAND, J.H., NORGAARD, R.B., 1999, *Natural capital and human economic survival*, CRC Press.
- REID, W.V., MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM), 2006, *Bridging scales and knowledge systems : concepts and applications in ecosystem assessment*, Washington, D.C., Island Press, A contribution to the Millennium Ecosystem Assessment, xii, 351 p. p.
- RING, I., HANSJURGENS, B., ELMQVIST, T., WITTMER, H., SUKHDEV, P., 2010, « Challenges in framing the economics of ecosystems and biodiversity: the TEEB initiative », *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2 (1-2), p. 15-26.
- RODRIGUEZ-LABAJOS, B., MARTINEZ-ALIER, J., 2013, « The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Recent Instances for Debate », *Conservation & Society*, 11 (4), p. 326-342.
- SERPANTIE, G., MERAL, P., BIDAUD, C., 2012, « Des bienfaits de la nature aux services écosystémiques. Éléments pour l'histoire et l'interprétation d'une idée écologique », *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 12 (3).
- SÖDERQVIST, T., SUNDBAUM, C., FOLKE, C., MÄLER, K.-G., 2011, « Bringing Ecologists and Economists Together: The Askö Meetings and Papers ».
- SOLOW, R.M., 1974, « The economics of resources or the resources of economics », *American Economic Review*, 64 (2), p. 1-14.
- STUDY OF CRITICAL ENVIRONMENTAL PROBLEMS, 1970, *Man's Impact On The Global Environment. Assessment and Recommendations for Action*, MIT.
- SUAREZ, D., CORSON, C., 2013, « Seizing center stage: ecosystem services, live, at the convention on biological diversity », *Human geography*, 6 (A), p. 64-80.
- SUKHDEV, P., WITTMER, H., SCHRÖTER-SCHLAACK, C., NESSHÖVER, C., BISHOP, J., TEN BRINK, P., GUNDIMEDA, H., KUMAR, P., SIMMONS, B. (dir.), 2010, *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*.
- TAKACS, D., 1996, *The idea of biodiversity: Philosophies of paradise*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- TERCEK, M.R., 2013, *Nature's Fortune: How Business and Society Thrive by Investing in Nature*, Perseus Books Group.
- TURNER, R.K., DAILY, G.C., 2008, « The ecosystem services framework and natural capital conservation », *Environmental & Resource Economics*, 39 (1), p. 25-35.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2002, *L'avenir de l'environnement mondial: le passé, le présent, les perspectives d'avenir*, Nairobi / Bruxelles, PNUE / De Boeck.
- VAN BEUKERING, P., BRANDER, L., TOMPKINS, E., MACKENZIE, E., 2007, *Valuing the environment in small islands: An environmental economics toolkit*, Joint Nature Conservation Committee.
- WALKER, J., COOPER, M., 2011, « Genealogies of resilience: From systems ecology to the political economy of crisis adaptation », *Security Dialogue*, 42 (2), p. 143-160.
- WILSON, E.O., PETER, F.M., NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (U.S.), SMITHSONIAN INSTITUTION., 1988, *Biodiversity*, Washington, D.C., National Academy Press, xiii, 521 p. p.
- YAFFEE, S.L., 1999, « Three faces of ecosystem management », *Conservation Biology*, 13 (4), p. 713-725.