

La valorisation économique de l'environnement : problématiques et méthodes.

—

Un tour d'horizon



SOUS L'ÉGIDE DE LA FONDATION DE FRANCE

Un rapport d'Evea pour la Fondation 2019.

Commanditaire (Fondation 2019)

Romain FERRARI

Auteur et contributeurs (Evea)

Stéphane LE POCHAT (rédacteur et coordinateur)

Théodore MARY

François DANIC

Arnaud ROQUESALANE

Samuel CAUSSE

Version 1.

Evea © Février 2013.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	2
1. ENJEUX ET OBJECTIFS DE LA VALORISATION ECONOMIQUE DE L'ENVIRONNEMENT	2
2. FONDEMENTS ET CONTROVERSES : UN BREF HISTORIQUE	4
2.1 Fondements	4
2.1.1 <i>L'approche historique des concepts de biodiversité et de services écosystémiques</i>	4
2.1.2 <i>L'approche économiste</i>	5
2.1.3 <i>L'approche juridique</i>	5
2.1.4 <i>La commodification de la nature</i>	6
2.1.5 <i>L'histoire des comptabilités environnementales</i>	6
2.2 Principales controverses	7
3. TROIS GRANDES APPROCHES DE L'EVALUATION ECONOMIQUE DE L'ENVIRONNEMENT	8
3.1 La valorisation de la biodiversité et des services écosystémiques	8
3.1.1 <i>Champ d'application</i>	8
3.1.2 <i>Exemples et références</i>	9
3.1.3 <i>Méthodes</i>	9
3.1.3.1 <i>L'évaluation des services écosystémiques</i>	9
3.1.3.2 <i>La valeur des services écosystémiques</i>	10
3.1.4 <i>Quelques exemples de valeurs monétarisées de la biodiversité</i>	13
3.2 La monétarisation des impacts environnementaux	13
3.2.1 <i>Champ d'application</i>	13
3.2.2 <i>Exemples et références</i>	14
3.2.3 <i>Méthodes</i>	14
3.2.4 <i>Quelques exemples de valeurs monétarisées</i>	15
3.3 La comptabilité environnementale	15
3.3.1 <i>Champ d'application</i>	15
3.3.2 <i>Exemples et références</i>	16
3.3.3 <i>Méthodes</i>	16
3.3.3.1 <i>Durabilité forte et durabilité faible</i>	16
3.3.3.2 <i>Une méthode de durabilité faible : la méthode « Genuine Savings » de la Banque Mondiale</i>	18
3.3.3.3 <i>Une méthode de durabilité forte : la méthode CARE</i>	19
3.4 Limites méthodologiques	20
3.4.1 <i>Valorisation des SES</i>	20
3.4.2 <i>Monétarisation des impacts environnementaux</i>	21
3.4.3 <i>Comptabilité environnementale</i>	22
3.5 Eléments de comparaison des méthodes	22
4. LES TRAVAUX A VENIR DE LA FONDATION 2019	24
4.1 Les objectifs de la Fondation 2019	24
4.2 Description des problématiques et des travaux à réaliser	24
4.2.1 <i>Les limites de la monétarisation des impacts environnementaux par l'ACV</i>	24
4.2.2 <i>Description des problématiques relatives à la monétarisation des impacts environnementaux et des travaux à réaliser dans le cadre de la Fondation 2019</i>	24
CONCLUSION	31
BIBLIOGRAPHIE	32
Annexe 1 : Cartographie des auteurs et acteurs de recherche	34
Annexe 2 : Valeur des facteurs de monétarisation – Revue de littérature	37
Annexe 3 : Analyse des méthodes ACV orientées dommages	38

INTRODUCTION

Les problèmes environnementaux, ainsi que les problèmes géostratégiques liés à la diminution des ressources énergétiques et des matières premières, tendent à se multiplier, au niveau global comme au niveau local : réchauffement climatique, perte de biodiversité, pollutions diverses entraînant la dégradation des écosystèmes et menaçant directement les populations. Ils constituent autant de signaux d'alerte sur la non-durabilité de notre modèle de développement économique et de consommation.

Face à ce constat alarmant et désormais reconnu, des propositions de solutions sont avancées et des initiatives voient le jour dans toutes les sphères de la société pour tenter d'enrayer une tendance qui pourrait paraître inéluctable. Parmi ces initiatives, un mouvement a émergé depuis la fin du XX^{ème} siècle visant à intégrer les problématiques environnementales dans la sphère économique, ou tout du moins, dans un premier temps, de faire de l'internalisation des externalités un paramètre de la prise de décision, par la valorisation économique des écosystèmes et des atteintes à l'environnement. Dans ce cadre, divers courants ont vu le jour au gré des objectifs affichés et des méthodes développées, dont nous dressons ici un rapide panorama.

La Fondation 2019, dont le but est de réconcilier économie et écologie en proposant des méthodes pour rééquilibrer la balance des coûts des activités économiques et des dégradations environnementales, s'inscrit dans ce mouvement général. La Fondation 2019 s'est fixé comme objectif de proposer l'introduction d'une TVA dite circulaire (TVAC) visant à corriger le prix final des biens et services par une modulation significative de la TVA afin d'internaliser les externalités négatives sociales et environnementales. Le plan de travail défini par la Fondation 2019 en 2011 prévoit que les travaux de développement de la TVAC reposent sur un état de l'art préalable sur le sujet général de la valorisation économique de l'environnement.

Ce rapport vise à répondre à ce premier objectif, et tente ainsi d'apporter, sur la base d'une étude bibliographique, un éclairage de synthèse sur les différentes « écoles » et les différentes méthodes existantes pour l'évaluation économique de l'environnement dont nous proposons ici un tour d'horizon général et critique.

Le premier chapitre rappelle les enjeux et les objectifs de la valorisation économique de l'environnement, d'où il ressort que la prise en considération des aspects environnementaux comme un élément de l'aide à la décision constitue l'enjeu principal de la monétarisation. Le deuxième chapitre revient sur les fondements de la valorisation économique de l'environnement et sur les controverses qu'elle a engendrées, permettant d'introduire les différentes notions qui sont reprises dans les chapitres suivants, et de les mettre en perspective dans une lecture historique. Partant du constat que l'on peut distinguer trois approches de la valorisation économique de l'environnement, le troisième chapitre décrit successivement chacune de ces trois approches méthodologiques et tente d'en préciser les limites, avant d'en proposer une comparaison. Enfin, considérant les limites et les manques méthodologiques, le chapitre 4 propose une description des travaux de recherche à envisager dans l'objectif du développement d'une TVAC.

1. ENJEUX ET OBJECTIFS DE LA VALORISATION ECONOMIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

Les enjeux de la valorisation économique de l'environnement, terme que d'aucuns résument par « économie de l'environnement », se cristallisent autour de deux propositions qui s'avèrent contradictoires, d'une part une meilleure prise en compte des externalités environnementales dans les décisions politiques et économiques visant à réduire les impacts constatés, et d'autre part une entreprise de marchandisation de la nature conduisant à une dégradation générale de l'état des écosystèmes.

D'une manière générale, et au-delà des questions éthiques que le sujet fait légitimement émerger, l'évaluation économique de l'environnement vise à intégrer les coûts environnementaux externalisés, ou non encore internalisés, dans la sphère de l'activité économique. Le terme « valorisation économique de l'environnement » sera utilisé dans ce rapport comme terme générique regroupant plusieurs « écoles » correspondant à des réalités et des méthodologies différentes qui seront chacune détaillées : évaluation économique de la biodiversité et des services écosystémiques (SES), monétarisation des impacts environnementaux, ou encore intégration des problématiques environnementales dans les comptabilités publiques ou privées d'entreprises.

Quelle que soit l'école considérée, si les fondements et les approches, notamment éthiques, peuvent diverger, l'objectif est globalement le même, à savoir intégrer la prise en compte des impacts environnementaux générés par les activités humaines dans la sphère économique pour tenter d'infléchir la tendance de dégradation. Néanmoins, les finalités (durabilité forte ou faible, aide à la décision publique ou privée, compensation, préservation) et les moyens proposés sont sensiblement différents.

Face aux critiques formulées à l'encontre de l'évaluation économique de l'environnement (cf. paragraphe 3 suivant), les arguments avancés pour justifier sa pratique définissent de fait ses objectifs.

Pour ses promoteurs, l'objectif principal serait, in fine, une meilleure protection de l'environnement, au motif que « l'expérience montre [...] qu'une meilleure prise en compte de la valeur de l'environnement permet de mieux le protéger. »¹

Pour P. Point, « un enjeu essentiel est donc de rompre le cercle vicieux qui ne révèle la valeur que lorsqu'il y a régression ». Pour lui, « la solution réside dans une identification suffisamment précoce de la valeur du service pour l'intégrer dans le processus de décision. » [CGDD 2010, p. 6].

Plus globalement, une approche synthétique de la littérature permet de faire ressortir les principaux objectifs suivants :

- D'une part la sensibilisation, la connaissance accrue, et la reconnaissance des problématiques environnementales affectant notamment la biodiversité, ainsi que des services rendus par la biodiversité, conduisant à un changement de perception de la part de l'opinion publique en générale mais aussi des décideurs, qu'ils soient politiques ou du monde économique. Ainsi, pour B. Chevassus-au-Louis et al. l'un des enjeux est le nécessaire changement de perception du grand public : « la perception de la biodiversité par le public est souvent limitée à quelques espèces emblématiques de faune ou de flore, il est crucial de resituer cette biodiversité sous l'angle de son omniprésence comme fondement de la vie et de ses multiples interactions avec les sociétés humaines ... » [CAS 2009], tandis que pour M. Pappalardo, « l'étude TEEB² permet de mieux appréhender les différentes composantes du bien-être »³. Cette notion de bien être s'avère essentielle dans les méthodes de valorisation de la biodiversité et des services écosystémiques (cf. § 3.1.1).

¹ M. Pappalardo, édito de [CGDD 2010], p3.

² The Economics of Ecosystems and Biodiversity. [TEEB 2010].

³ Ibid.

- D'autre part l'aide à la décision. Pour les acteurs de la sphère publique (principalement), l'évaluation économique de l'environnement a pour objectif de faciliter, et ainsi de permettre, l'aide à la décision dans une perspective de prise en compte des aspects environnementaux. Notamment, la monétarisation permet, dans le contexte de l'aide à la décision, d'agrèger dans une unité commune, des valeurs différentes (par exemple les différentes valeurs des services écosystémiques).
- Enfin, le troisième objectif, qui découle des deux précédents, est l'élaboration, via une connaissance améliorée des phénomènes, d'outils de conservation, voire, en dernier recours, de compensation [Maris 2011].

Finalement, les arguments convergent pour affirmer que globalement, l'objectif est double : d'une part permettre, en facilitant la prise de décision, une meilleure prise en compte des aspects environnementaux dans les décisions publiques ou privées, d'autre part sensibiliser l'opinion publique aux problèmes de la biodiversité en favorisant la connaissance et la reconnaissance des services fournis. J. Hardelin et al. résumant ce double objectif de la manière suivante : « *La monétarisation s'efforce d'estimer la valeur économique des services rendus par les écosystèmes, dans le double but de reconnaître ces services (dans un monde dominé par la pensée économique) et de les prendre en compte dans les décisions publiques. L'unité monétaire a l'avantage majeur de rendre possible la comparaison des valeurs obtenues avec les biens marchands, contribuant en cela à rendre plus explicites les arbitrages auxquels la société doit faire face.* » [CGDD 2010].

P. Point va plus loin en avançant que c'est la démarche d'intégration à l'économie qui permet in fine la considération des problèmes environnementaux par les politiques : « *les travaux économiques nécessaires à la révélation des valeurs non marchandes ont souvent précédé la perception par la puissance publique de l'utilité, sinon de la nécessité de la démarche.* » [CGDD 2010].

2. FONDEMENTS ET CONTROVERSES : UN BREF HISTORIQUE

2.1. Fondements

Bien que les fondements théoriques qui sous-tendent sa formalisation remontent à quasiment un siècle, la pratique visant à procéder à l'évaluation économique de l'environnement est relativement récente et peut être estimée à une vingtaine d'années, datant du début des années 1990.

Plusieurs visions historiques sont proposées dans la littérature, selon l'angle que leurs auteurs ont choisi pour relater cette histoire. Nous retraçons ci-dessous, en tentant une classification, quelques-unes de ces approches afin de proposer une vision historique globale des fondements de l'évaluation économique de l'environnement.

2.1.1. L'approche historique des concepts de biodiversité et de services écosystémiques

Pour Chevassus et al., les premières réflexions autour du développement durable et des liens entre biodiversité et activités humaines remontent à la fin des années 1980. « *La volonté de prise en compte de la dimension socioéconomique de la biodiversité et des écosystèmes s'inscrit dans une évolution, entamée depuis une vingtaine d'années, du contexte politique international, européen et national. On peut considérer que le point de départ emblématique de ces réflexions a été [l'adoption de] la Convention sur la diversité biologique (CDB), signée à Rio en 1992.* » [CAS 2009]. C'est d'ailleurs lors de la conférence de Rio en 1992 que le concept de biodiversité fut consacré.

Braat et de Groot [Braat 2012] font, quant à eux, remonter à la fin des années 1970 les origines de l'histoire moderne des services écosystémiques, et ils attribuent l'invention du concept de « services écosystémiques » à Ehrlich et Ehrlich en 1981⁴. Selon eux, l'émergence de ce concept est le résultat d'un processus de convergence et d'intégration entre les sciences naturelles et les sciences sociales, processus qui a mis quelques décennies entre la fin des années 1970 et le début du XXI^{ème} siècle pour arriver jusque dans la sphère politique.

En 2005, le rapport du Millenium Ecosystem Assessment (MEA)⁵, constitua un tournant majeur dans la réflexion méthodologique. Enfin, en 2007, le processus TEEB vit le jour avec l'objectif d'évaluer le coût global pour la société de la dégradation de la biodiversité et des services écosystémiques⁶.

De son côté, P. Méral propose une lecture historique de la genèse des services environnementaux (qu'il identifie à ce que d'autres auteurs nomment les services écosystémiques). Son propos est de montrer comment le mouvement en est arrivé à une démarche politique de l'évaluation des services environnementaux en aboutissant à la notion de paiement pour services environnementaux (PSE). Il identifie trois phases principales [Méral 2010] :

- Ce qu'il nomme la « protohistoire » des services environnementaux, ou émergence, correspondant à la période antérieure à la publication de Costanza en 1997⁷. Cette période, allant de 1970 à 1997, serait dominée par une représentation dans laquelle « la nature est le support du système économique ».
- Vient ensuite, de 1997 à 2005, la période de la médiatisation de services environnementaux suite à la publication de Costanza et al. et à la période de controverses qui s'en est suivie, jusqu'à la publication des travaux du MEA. C'est la période qui affirme que « l'on ne protège que ce dont on connaît la valeur ».
- Enfin, depuis 2005, le temps de la politique, matérialisé notamment par des initiatives institutionnelles telles le rapport CAS en France, le processus TEEB, ou encore la vision de la FAO visant à promouvoir le PSE pour l'agriculture. C'est le temps de « la nouvelle économie de la nature ».

2.1.2. L'approche économiste

Pour P. Point, l'émergence du concept de valorisation économique de l'environnement procède d'un processus évolutif de l'histoire économique initié, à l'origine, par l'arrivée du concept d'externalité mis en avant par Pigou (1920). Ainsi, on serait successivement passé, depuis 1920, du constat de l'existence d'une externalité à la mesure des bénéfices ou des coûts de cette externalité, puis de l'évaluation de l'externalité au calcul de la valeur des services écosystémiques, de l'évaluation des services écosystémiques à leur rémunération, et, enfin, de la monétarisation des services environnementaux à la mesure du coût complet des biens et services mis sur le marché [CGDD 2010, pp. 5-8].

2.1.3. L'approche juridique

Le rapport Chevassus apporte un point de vue original et éclairant en rappelant le rôle de l'approche juridique dans la construction des systèmes économiques et particulièrement pour ce qui concerne l'émergence de l'évaluation économique de l'environnement [CAS 2009].

Les auteurs rappellent que la notion de compensation est présente dans les textes nationaux et internationaux dès les années 1970, et que c'est l'évolution du processus juridique à partir des années 1980 qui a permis de

⁴ Ehrlich, P., Ehrlich, A. 1981. Extinction : the causes and consequences of the disappearance of species. Random House, New York.

⁵ MEA, 2005. Evaluation des écosystèmes pour le millénaire. <http://www.millenniumassessment.org/fr/index.html>

⁶ Sukhdev, P. (dir.). 2008. The economy of ecosystem and biodiversity (TEEB). Rapport d'étape.

⁷ [Costanza 1997].

redécouvrir ces textes dans le milieu des années 2000. Dans un premier temps, à partir des années 1980, suite à différents accidents aux conséquences écologiques dévastatrices, s'est posée aux tribunaux la question de la valeur de la biodiversité dans le contentieux de la réparation du préjudice écologique. Cette première tendance a ensuite débouché, durant les années 2000, sur un mouvement législatif de répression des atteintes à la biodiversité qui fonde son inscription au Code de l'environnement. Pour les auteurs, cette répression des atteintes à la biodiversité peut être vue comme « *une traduction monétaire de la réaction sociale* » [CAS 2009]. Un changement radical intervient avec l'adoption de la directive 2004/35/CE relative à la responsabilité environnementale, traduite en droit français en 2008, et qui fait réapparaître le concept de compensation, initiant ainsi un passage du concept de réparation à celui de compensation. Enfin, la fin des années 2000, s'inspirant d'une approche déjà expérimentée aux Etats-Unis, voit venir une évolution pour les projets de développement tendant à faire passer de la compensation à la régulation.

2.1.4. La commodification de la nature : une approche historique critique

V. Maris introduit le néologisme de commodification pour exprimer l'idée que la biodiversité est devenue une commodité comme une autre [Maris 2011]. Selon elle, une succession de paradigmes, dont elle décrit la séquence dans son article, a finalement conduit à l'intégration des enjeux de conservation dans la sphère marchande.

A la fin du XIX^{ème} siècle se fait jour une prise de conscience des effets délétères de l'activité humaine intensive sur les milieux naturels. En 1923 se tient le premier congrès international pour la protection de la nature, puis en 1948 a lieu la création de l'Union Internationale pour la Protection de la Nature.

Au milieu des années 1980, une première mutation s'opère, alors que se constitue un véritable champ scientifique autour du problème de l'érosion de la biodiversité, de la conception « traditionnelle » de la protection de la nature vers la conservation de la biodiversité. Cette première mutation sémantique est caractérisée par une forte scientification des enjeux de protection.

Une deuxième mutation s'opère au tournant du XXI^{ème} siècle, alors que se généralise, sous l'impulsion du MEA, la référence à la notion de services écosystémiques, qui procède, selon V. Maris, d'une véritable instrumentalisation de la nature en ce sens que la valeur des entités naturelles ne relève plus que de leur utilité pour les êtres humains. C'est l'avènement d'un mouvement de gestion des SES, qui devient une question d'experts.

On assiste actuellement, d'après V. Maris, à l'avènement d'un troisième temps qui consiste en la volonté de réaliser une évaluation économique de la valeur de la nature, réduite aux seuls bénéfices qu'elle procure aux êtres humains, et à l'élaboration d'outils de conservation. Enfin, V. Maris conclut que le fait de justifier la protection de la nature exclusivement sur la base d'arguments économiques, ou de fonder sa protection sur des outils directement empruntés aux logiques des marchés, représente une troisième mutation qui peut être qualifiée de commodification de la nature.

2.1.5. L'histoire des comptabilités environnementales

J. Richard, promoteur d'une prise en compte du capital naturel et humain via des méthodes de comptabilité d'entreprise, propose dans son ouvrage une brève histoire des comptabilités environnementales qui commence seulement vers les années 1970, portée en germe toutefois par les apports théoriques des économistes de l'environnement ayant vu le jour dès le début du XX^{ème} siècle [Richard 2012]. Il propose les phases successives suivantes comme constitutives de l'histoire des comptabilités environnementales :

- Dans un premier temps, l'influence des économistes environnementaux, mettant à jour le concept d'externalité. Le constat de la nécessité d'intégrer les externalités environnementales qui donnera lieu à une controverse relative aux moyens de cette intégration (controverse entre Pigou, promoteur d'une régulation par la taxation, et Coase, promoteur d'un marché libre rejetant toute intervention de l'Etat).

- Dans un deuxième temps, l'influence des ingénieurs et spécialistes de l'écologie (dont par exemple Ciriacy-Wantrup et Georgescu-Roegen).
- Enfin, suite à la critique des conceptions néo-libérales par les ingénieurs économistes, l'apparition de deux écoles : les ingénieurs écologistes et les ingénieurs environnementaux. Ces deux écoles influenceront la création de différents modèles de comptabilité environnementale (cf. § 3.3.3).

2.2. Principales controverses

La valorisation économique de l'environnement, dont la grande majorité des travaux est focalisée sur la valorisation des services écosystémiques, est sujette à de nombreuses critiques. Étonnamment, ces critiques portent peu sur les limites méthodologiques de l'exercice (ces limites font ici l'objet du paragraphe 3.4), limites qui rendent pourtant les résultats peu fiables et l'exploitation de ces résultats délicate, mais plutôt sur les aspects éthiques qu'implique la monétarisation de la nature.

G. Heal, cité dans [CAS 2009], énonce dans une citation célèbre les termes du débat sur la monétarisation des SES : « *Si notre préoccupation consiste à conserver ces services [écosystémiques], l'évaluation est largement non pertinente. J'aimerais insister sur un point : en matière de protection de la nature, l'évaluation n'est ni nécessaire ni suffisante. Nous conservons beaucoup de choses que nous n'évaluons pas et peu de ce que nous évaluons* ».

Finalement, le débat sur la monétarisation des SES pourrait être assimilé au débat entre les tenants d'une durabilité faible et les tenants d'une durabilité forte⁸. En effet, le problème inhérent à la monétarisation est qu'un « objet » doté d'un prix devient échangeable. Ainsi, la biodiversité et ses composantes multiples deviennent potentiellement échangeables une fois monétarisées (via par exemple la compensation)⁹. Hors, J. Richard, mettant en avant les travaux de Pearce¹⁰, montre de manière assez convaincante que l'internalisation des externalités dans l'analyse coûts-bénéfices, via les coûts compensatoires des dommages¹¹, conduit inévitablement à une destruction du capital naturel. Méral fait le même constat en citant Odum et Odum (2000) : « *Selon eux (Odum et Odum), le problème de la perte des services environnementaux est dû à l'existence même de l'évaluation monétaire* » [Méral 2010, p. 8]¹², et précise plus loin : « *Avec une telle représentation [vision néo-classique de la durabilité faible, autorisant la compensation], l'environnement est uniquement appréhendé par sa fonction productive et ce qui importe ce n'est pas l'épuisement de la ressource naturelle en tant que tel (et de surcroît les modifications induites sur les écosystèmes) mais la capacité de l'économie à y faire face.* »

Le débat, alimenté par les opposants à la monétarisation, porte sur la problématique de la marchandisation de la nature qui devrait rester en dehors de la sphère marchande (la nature n'a pas de prix, puisqu'elle possède, a minima, une composante de valeur intrinsèque non marchande).

Pour V. Maris, le processus de commodification de la nature qu'elle décrit conduit à ce que la valeur de la nature est réduite aux seuls bénéfices qu'elle procure aux êtres humains, et tend donc de ce fait à être dévalorisée [Maris 2011].

⁸ Cf. § 3.3.3.1.

⁹ C'est ce que dit par exemple J. Houdet dans [Houdet 2011, p.11] : « L'évaluation économique de la biodiversité et des services écosystémiques entre dans le cadre de l'analyse coût-bénéfice de projets alternatifs [...] qui requiert la monétarisation de leur valeur économique, et plus précisément, la détermination de leur valeur économique marginale dans des buts d'échanges (« trade-offs ») ».

¹⁰ D. Pearce (1976). The limits of cost-benefit analysis as a guide to environmental policy. *Kylos*, vol. 29, Fasc. 1, 97-112.

¹¹ Les coûts des dommages s'entendent, selon J. Richard, par opposition aux coûts de conservation.

¹² Notamment parce que le CAP ne représente pas la quantité d'énergie nécessaire pour produire un produit ou un service.

Pour A. Rambaud, les méthodes de la science économique sont des approches anthropocentriques et instrumentales de la biodiversité qui laissent peu de place à l'éthique et trop de place à la quantification [Rambaud 2011]. P. Méral indique que l'une des critiques formulées dès l'origine, notamment par Odum (1971), est le « réductionnisme monétaire » c'est-à-dire une simplification de la complexité et de la diversité (qualités inhérentes à la biodiversité).

Pour J. Hardelin, le débat est d'ordre philosophique et pourrait finalement se résumer à une controverse sémantique entre les notions de nature et d'environnement [CGDD 2010, p. 14] :

- Il existe une question philosophique de la valeur de l'environnement qui peut se résumer à une distinction de vocabulaire entre nature (inestimable) et environnement (concept anthropocentré).
- Plus fondamentalement encore, cette position éthique soustrait les biens d'Environnement au marginalisme et au principe de substitution qui sont deux piliers de la science économique moderne.
- L'économie du bien-être se place dans la position d'un environnement utile, alors que l'éthique contemporaine renvoie encore à une nature autonome.

3. TROIS GRANDES APPROCHES DE L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

Cette partie sur les méthodes de valorisation économique de l'environnement est fondée sur un travail bibliographique et de veille scientifique, s'appuyant notamment sur le fonds documentaire de la Fondation 2019 recensant environ 2500 références sur le sujet.

L'analyse de la littérature permet de distinguer trois grandes approches de l'évaluation économique de l'environnement, qui diffèrent aussi bien par les objectifs, les champs d'application, que par les méthodes utilisées. Ainsi, il est possible de proposer une classification de ces méthodes selon la typologie suivante :

- La valorisation de la biodiversité et des services écosystémiques¹³
- La monétarisation des impacts environnementaux
- La comptabilité pour le développement durable

Nous proposons ci-dessous une présentation succincte¹⁴ de chacune de ces trois approches et nous spécifions les éléments qui les caractérisent.

3.1. La valorisation de la biodiversité et des services écosystémiques

3.1.1. Champ d'application

La valorisation de la biodiversité vise à quantifier les différentes valeurs d'usage et de non-usage des écosystèmes, généralement dans un but d'aide à la décision. Les systèmes technico-économiques sur lesquels s'applique cette approche sont les aménagements, les travaux publics, la réalisation d'infrastructures.

¹³ Il convient bien entendu de distinguer biodiversité et SES, même si les deux peuvent souvent être confondus par abus de langage. Nous préférons par la suite parler de valorisation des SES, même si l'expression « valorisation de la biodiversité » peut également être employée.

¹⁴ L'objectif n'est pas de présenter ces méthodes dans le détail, mais de les décrire et de les positionner les unes par rapport aux autres afin de dresser un état des lieux général des méthodes à disposition pour la monétarisation des impacts environnementaux, de leurs manques et limites respectifs, afin d'établir un plan des travaux de recherche pour le développement d'une méthode de calcul d'une TVAC.

Ce travail de valorisation peut conduire, mais pas nécessairement, à une monétarisation de la biodiversité, et, pour ce type de méthodes, il convient de distinguer la valorisation (qui peut aboutir à un ensemble de plusieurs valeurs non agrégables) de la monétarisation, qui agrège l'ensemble des valeurs de la biodiversité en une valeur monétaire unique et échangeable [CAS 2009]. La plupart du temps, et bien qu'il existe d'autres méthodes (cf. § 3.1.3 ci-dessous), la valorisation de la biodiversité est réalisée via la valorisation des services écosystémiques.

La valorisation de la biodiversité repose sur une connaissance des mécanismes régissant la biodiversité, et une évaluation et quantification de la biodiversité et des services écosystémiques.

3.1.2. Exemples et références

A titre d'illustration, quelques initiatives et exemples de valorisation des services écosystémiques sont cités ci-dessous :

- Valorisation des services écosystémiques des forêts tropicales [TEEB 2010]
- Valeur des écosystèmes mondiaux et du capital naturel [Costanza 1997]
- Valeurs des écosystèmes forestiers français métropolitains [CAS 2009]
- Evaluation économiques des services rendus par les zones humides : exemple des marais du Cotentin et du Bessin, France [CGDD 2011a]
- Ensemble de cas d'étude, pour différents écosystèmes dans différents pays, réalisés par TEEB et l'Agence Européenne de l'Environnement (EEA) : <http://www.eea.europa.eu/atlas/teeb>

3.1.3. Méthodes

La valorisation de la biodiversité comprend deux processus distincts [CAS 2009] : d'une part la valorisation en tant que telle, à savoir l'évaluation des valeurs de la biodiversité, et d'autre part la monétarisation, à savoir la conversion de ces valeurs en une unité monétaire par le biais de facteurs de monétarisation.

L'évaluation des SES repose sur une approche d'évaluation marginale par laquelle on cherche à évaluer, dans un but d'échange (c'est-à-dire de substitution), non pas la valeur intrinsèque d'un système, mais la valeur d'une variation marginale de ce système [Houdet 2011].

[Sétra 2010] propose un inventaire des méthodes d'évaluation pour la valorisation de la biodiversité :

- L'évaluation de la diversité,
- L'évaluation des ressources génétiques,
- L'évaluation des espèces,
- L'évaluation des habitats,
- L'évaluation des services rendus par les écosystèmes.

L'évaluation des services rendus par les écosystèmes est la méthode la plus fréquemment utilisée. Elle est notamment reprise dans les études de références (MEA, TEEB, CAS) et, d'après [Sétra 2010], c'est la méthode qui est privilégiée dans les études les plus récentes.

3.1.3.1. L'évaluation des services écosystémiques

L'évaluation des services écosystémiques repose sur une classification des services rendus par les écosystèmes. Selon la typologie établie par le MEA, les services rendus par les écosystèmes peuvent être classés dans les quatre catégories suivantes :

- Les services d'approvisionnement

- Les services de régulation
- Les services culturels
- Les services d'auto-entretien

L'évaluation des services écosystémiques est sous-tendue par une logique anthropocentrique utilitariste qui consiste à estimer un service rendu en fonction du bien-être qu'il est susceptible d'apporter aux humains. La figure ci-dessous propose une représentation des liens entre services écosystémiques et bien-être humain.



Catégories de SES, et lien entre SES et bien-être humain. Source : MEA.

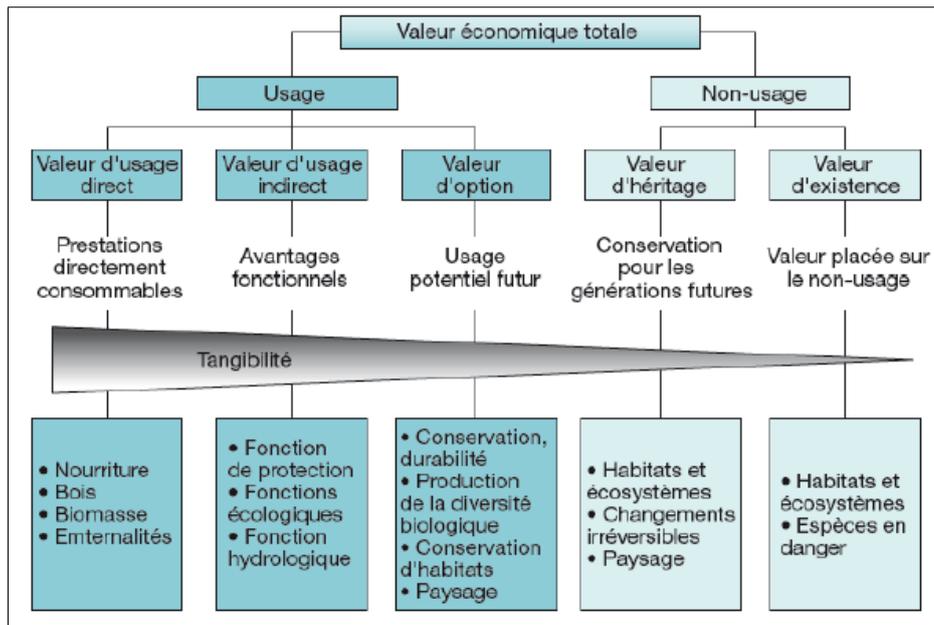
3.1.3.2. La valeur des services écosystémiques

L'évaluation économique de la biodiversité et des services écosystémiques se place généralement dans le cadre de l'analyse coût-bénéfice (ACB) de différentes alternatives de projets reposant sur un calcul de la valeur économique marginale de ces SES [Houdet 2011].

Par ailleurs, la valorisation des services écosystémiques repose sur une typologie de différentes valeurs économiques regroupées en deux classes :

- Les valeurs d'usages
- Les valeurs de non-usage

La valeur économique totale (VET) est la somme des valeurs d'usage et des valeurs de non-usage. La figure ci-dessous, tirée de [CAS 2009], précise les différents types de valeurs économiques de la biodiversité vue sous l'angle des SES.



Typologie des valeurs attribuables aux services rendus par les écosystèmes.

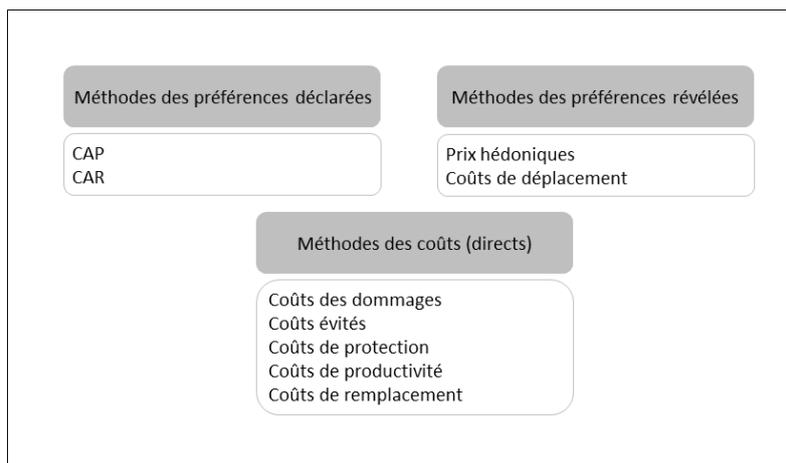
La monétarisation des valeurs de la biodiversité repose sur un panel de différentes techniques de caractérisation des facteurs de monétarisation. Différentes typologies de ces méthodes existent selon les auteurs, mais on distingue généralement les familles suivantes :

- Les méthodes des préférences déclarées : consentement à payer (CAP) et consentement à recevoir (CAR) utilisant les techniques de l'évaluation contingente ou de l'analyse conjointe.
- Les méthodes des préférences révélées (par exemple les coûts de déplacement ou les prix hédoniques).
- Les méthodes des coûts, coûts directs et coûts indirects, parmi lesquelles :
 - Les coûts des dommages
 - Les coûts de restauration
 - Les coûts évités (réduction ou abattement)
 - Les coûts de protection (conservation, maintien du capital naturel)
 - Les coûts de productivité
 - Les coûts de remplacement
 - Les coûts de déplacement
 - Les prix hédoniques

Il est à noter une redondance potentielle au sein de ces familles (par exemple certaines méthodes de coûts indirects sont aussi des méthodes de préférence révélées), et nous en proposons une classification d'après la figure ci-dessous.

[EcoRes 2011] proposent quant à eux une classification des différentes méthodes de valorisation selon une lecture à double entrée entre préférences déclarées/préférences révélées et méthodes directes/méthodes indirectes. Cette classification est présentée dans le tableau ci-après.

Enfin, [TEEB 2010] complète la lecture de ces méthodes en précisant pour quels types de SES elles peuvent être mises en œuvre (cf. tableau ci-après).



Proposition d'une classification des méthodes de monétarisation, d'après une revue bibliographique.

Méthodes	Préférences révélées	Préférences déclarées
Directes	Marchés existants	Évaluation contingente
	Simulation de marchés (économie expérimentale)	
	Impact sur la productivité	
	Coûts de remplacement et coûts des dommages évités	
Indirectes	Coûts de transport	Analyse conjointe
	Prix hédoniques	

Classification des méthodes de valorisation selon [EcoRes 2011].

	Méthode	SES pouvant être évalués
Prix de marché (coûts directs)	Prix de marché	Services d'approvisionnement
Alternatives de marché (coûts indirects)	Coûts de remplacement	Pollinisation, purification de l'eau
	Coûts des dommages évités	Séquestration du carbone, réparation des dommages
	Fonction de production	Purification de l'eau, services d'approvisionnement, disponibilité d'eau douce
Substitution (prix de marché, coûts indirects)	Méthode des prix hédoniques	Valeurs d'usage seulement, loisirs, qualité de l'air
	Méthode des coûts de déplacement	Valeurs d'usage seulement, loisirs
Préférences déclarées	Évaluation contingente	Tous SES
	Analyse conjointe	Tous SES
Participative	Évaluation environnementale participative (évaluation en commun par les parties prenantes)	Tous SES
Fonction de transfert	Par exemple valeur moyenne, valeur moyenne ajustée, fonction de transfert	Tous services ayant déjà fait l'objet d'une évaluation

Classification des méthodes de valorisation, d'après [TEEB 2010], tab.4.

A titre indicatif, les deux méthodes de monétarisation du prix de la tonne de CO₂ sont d'une part la méthode des coûts (sociaux) des dommages, et d'autre part les coûts d'abattement des émissions de CO₂. Chacune de ces deux méthodes conduit à des résultats sensiblement différents.

3.1.4. Quelques exemples de valeurs monétarisées de SES

A titre d'illustration, quelques exemples de valeurs monétarisées pour la biodiversité et les SES sont donnés dans le tableau ci-dessous, parmi les exemples d'études citées en référence.

Etude	Référence	Indicateurs d'impact	Coût
Evaluation économique des services rendus par les zones humides	[CGDD 2011a]	CAP total pour les services rendus par les marais du Cotentin et du Bessin	39 €/pers/an
Externalités de l'agriculture en France	[EcoRes 2011]	Valeur des services rendus par l'agriculture : – Séquestration du CO ₂ – Prairie permanente	32 € ₂₀₀₈ /tonne 600 €/ha/an
Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes	[CAS 2009]	CAP pour diverses espèces de vertébrés : – Loup (Suède) – Tortue de mer (USA)	126 USD/foyer/an 13 USD/foyer/an
		Valeurs d'usage des écosystèmes forestiers métropolitains (France)	970 €/ha/an
		Valeur des services écosystémiques des récifs coralliens	1000-17700 USD ₂₀₀₇ /ha/an
Services rendus par les forêts tropicales	[TEEB 2010]	Pollinisation (Sulawesi, Indonésie)	46 USD/ha/an

Quelques exemples de valeurs monétarisées de services écosystémiques.

3.2. La monétarisation des impacts environnementaux

3.2.1. Champ d'application

La monétarisation des impacts environnementaux vise à traduire en unité monétaire les indicateurs d'impacts relatifs à l'environnement, la santé humaine¹⁵, voire la productivité agricole ou industrielle. Il s'agit donc d'un exercice de monétarisation des externalités, regroupées par extension sous le terme « impacts environnementaux » (étant entendu que l'homme fait partie de l'environnement et que les baisses de productivité considérées sont des conséquences des impacts environnementaux).

La monétarisation des impacts environnementaux repose au préalable sur la quantification des différentes catégories d'impacts environnementaux. Diverses méthodes existent pour l'évaluation des impacts environnementaux¹⁶ (cf. § 3.2.3 ci-dessous), dont l'analyse de cycle de vie (ACV).

¹⁵ La santé humaine pouvant elle-même regrouper plusieurs réalités comme la santé, la mortalité, le bien-être, etc.

¹⁶ Il faudrait parler, au sens strict, d'impacts environnementaux potentiels, de risques sur la santé humaine, et de potentiel de perte de productivité. Par abus de langage, le terme impacts environnementaux est employé pour désigner l'ensemble de ces impacts.

Cette approche s'applique aux systèmes technologiques relatifs à la production et la consommation, tels que des produits, des procédés, ou des services. La méthode ACV, parce qu'elle permet une évaluation distincte des différents impacts environnementaux selon différentes phases du cycle de vie, est fréquemment utilisée dans la monétarisation des impacts environnementaux des systèmes technologiques (produits, procédés, services). Par ailleurs, il convient de noter que la monétarisation des impacts environnementaux d'un produit requiert généralement une approche globale du cycle de vie du système pouvant s'étendre à l'ensemble de la planète, tandis que la monétarisation d'un procédé (par exemple un procédé de recyclage ou un mode de transport) pourra n'impliquer qu'une approche locale. Ainsi, contrairement à la valorisation des SES qui revêt une dimension géographique plutôt locale, la monétarisation avec l'ACV peut impliquer une approche globale.

3.2.2. Exemples et références

A titre d'illustration, quelques exemples de monétarisation sont cités ci-dessous :

- Monétarisation des impacts environnementaux du recyclage des matériaux : papiers et cartons, aluminium, verre, thermoplastiques (PE, ABS, PET, PVC, PS) [D4E 2007, CGDD 2011b].
- ExternE : monétarisation des externalités de la production d'énergie [EC 2005].
- Monétarisation des externalités des transports [Sétra 2010].
- Monétarisation des impacts environnementaux d'un procédé de traitement mécano-biologique (TMB) des ordures ménagères [Mollaret 2012].

3.2.3. Méthodes

Schématiquement, la monétarisation des impacts environnementaux requiert deux étapes consécutives :

- En premier lieu, l'évaluation des impacts environnementaux potentiels (dommages).
- Dans un second temps, la monétarisation à proprement parler. Le panel des méthodes de monétarisation est le même que pour la valorisation économique des SES (cf. § 3.1.3).

Pour l'évaluation des impacts environnementaux potentiels, deux grandes approches sont répertoriées pour l'évaluation des « coûts » environnementaux :

- Les méthodes dites descendantes ou « top-down », basées sur l'utilisation de modèles dits modèles d'émissions¹⁷. Ces méthodes partent d'un niveau de données macroéconomiques (par exemple les émissions connues du secteur du transport en France) et procèdent à une désagrégation de ces données par allocation pour les répartir sur des catégories spécifiques (par exemple VP diesel, VP essence, PL euro 4, etc.) pertinentes à l'échelle de l'étude.
- Les méthodes dites ascendantes ou « bottom-up », basées sur l'utilisation de modèles dits modèles de dispersion. Ces méthodes partent d'un niveau « micro », en considérant un produit ou un système spécifique (par exemple un type de véhicule particulier). Cette approche peut conduire, par agrégation, à l'évaluation des impacts d'un secteur dans son ensemble. Les méthodes bottom-up utilisent des raisonnements selon une logique de cheminement des impacts ou « impact pathway » via des relations de type dose-réponse, généralement reprises par les méthodes ACV [ISO 2006a, ISO 2006b]. Il convient enfin de mentionner que ces méthodes raisonnent sur le principe des coûts marginaux. La revue de la littérature montre que les méthodes bottom-up ou impact pathway semblent être les méthodes le plus

¹⁷ Ainsi appelés car, pour la modélisation, le postulat de base repose sur la connaissance des émissions. Inversement, on parle de modèles de dispersion lorsque l'on cherche à connaître l'impact à partir d'un modèle de dispersion connu.

souvent utilisées (cf. notamment [Sétra 2010] qui propose une revue bibliographique des méthodes utilisées pour le calcul des externalités du transport).

Le tableau ci-dessous précise le type de méthode utilisée pour quelques études répertoriées dans la littérature.

Approche top-down	Approche bottom-up
<ul style="list-style-type: none"> • Rapport Boiteux [Boiteux 2001] 	<ul style="list-style-type: none"> • ExternE [EC 2005] • Monétarisation des impacts environnementaux du recyclage [D4E 2007] • Monétarisation d'un procédé de TMB [Mollaret 2012]

Exemples de type d'approche retenue pour différentes études de monétarisation.

3.2.4. Quelques exemples de valeurs monétarisées

A titre d'illustration, quelques exemples de valeurs monétarisées sont donnés dans le tableau ci-dessous, parmi les exemples d'études citées en référence.

Etude	Référence	Indicateurs d'impact	Coût
ExternE : externalités de la production d'énergie	[CE 2005]	Coûts externes pour la production d'électricité d'origine en France selon le mode de production : <ul style="list-style-type: none"> – Hydroélectrique – Gaz – Nucléaire 	1 € ₂₀₀₅ ct/kWh ¹⁸ [2-4] € ₂₀₀₅ ct/kWh 0,3 € ₂₀₀₅ ct/kWh
Monétarisation des externalités environnementales du transport	[Sétra 2010]	Coût moyen de la pollution atmosphérique pour les véhicules légers [Boiteux 2001] Valeur de la tonne de CO ₂ en 2100 [CAS 2008]	0,9 € ₂₀₀₀ ct/km 200 € ₂₀₀₈ /tonne
Monétarisation des impacts environnementaux d'un procédé de TMB	[Mollaret 2012]	CAP marginal relatif pour la santé humaine (indicateur HTP « human toxicity potential »)	1,69 €/%/hab ¹⁹

Quelques exemples de coûts pour des impacts environnementaux externalisés.

3.3. La comptabilité environnementale

3.3.1. Champ d'application

Par définition, la comptabilité environnementale (CE)²⁰ s'applique à des systèmes comptables, qu'ils soient publics (systèmes macroéconomiques concernant des Etats²¹, voire des zones économiques mondiales) ou privés (systèmes microéconomiques concernant des entreprises). La comptabilité environnementale vise à intégrer les externalités environnementales dans les bilans des activités économiques. Ce faisant, l'objectif final est la

¹⁸ Centimes d'euros de l'année 2005 par kWh produit.

¹⁹ Il s'agit de la valeur consentie par personne pour une réduction marginale de 1 % de l'indicateur HTP.

²⁰ On trouve également dans la littérature les termes, équivalents, de comptabilité verte voire de comptabilité universelle.

²¹ Notons à ce sujet que les auteurs de [CAS 2009] proposent à titre prospectif l'intégration de la biodiversité des services écosystémiques dans la comptabilité nationale [Méral 2010, p32].

protection de l'ensemble des trois capitaux, piliers du développement durable, que sont le capital humain, le capital naturel, et le capital financier.

La comptabilité environnementale repose sur une connaissance des bilans comptables doublée d'une connaissance des bilans des flux physiques de l'activité. Dans le cas d'un objectif de durabilité forte, elle requiert, en plus, la connaissance des seuils de durabilité des différentes ressources ou écosystèmes (cf. § 4.3.3 ci-dessous).

3.3.2. Exemples et références

A titre d'illustration, quelques initiatives et exemples de comptabilité environnementale sont cités ci-dessous. Tous ces exemples sont tirés de [Richard 2012] :

- « L'épargne véritable » (Genuine Saving) de la Banque Mondiale (pp. 105-121), visant à mesurer la richesse d'une nation.
- L'exemple de Puma : Puma profit and loss values [Puma 2010]²². J. Richard classe l'exemple de Puma dans le modèle générique de la Banque Mondiale car « ces comptes relèvent, semble-t-il, de la même philosophie : donner une valeur à des externalités et pouvoir compenser les dégâts environnementaux de la firme dans une perspective néo-classique ». Et de citer les propos du directeur de la filiale française de Puma : « l'idée est de s'inscrire dans une logique actionnariale, tout en donnant une valeur aux externalités comme l'eau ou le gaz à effet de serre, pour les inscrire dans le raisonnement économique. » [Richard 2012, page 120]. Il s'agit d'une monétarisation de deux indicateurs « empreinte carbone » et « empreinte eau » réalisée sur la base des bilans d'émissions (bilan carbone) et de consommation. Ainsi, Puma annonce, pour l'année 2010, respectivement une valeur de 47 M€ pour la valeur économique totale des émissions de GES de l'activité étendue (périmètres 1, 2, et 3 du GHG Protocol), et une valeur de 47,7 M€ pour la valeur économique totale des prélèvements d'eau de l'activité étendue.
- ²³La méthode IDEA²⁴ pour les exploitations agricoles. Cette méthode « a pour objectif de proposer aux exploitations agricoles un guide de mesure de leur durabilité, c'est-à-dire de vérifier si leur agriculture est économiquement viable, écologiquement saine, et socialement équitable » (p. 153).
- La méthode CARE (Comptabilité Adaptée au Renouvellement de l'Environnement) de J. Richard. Cette méthode de comptabilité en coûts historiques (CH) intègre les capitaux naturel et humain dans l'exercice comptable dans un objectif de durabilité forte. Cette méthode s'applique à tout type d'entreprise. J. Richard développe un exemple sur une entreprise de l'industrie agroalimentaire (pp. 138-147).

3.3.3. Méthodes

3.3.3.1. Durabilité forte et durabilité faible

[Richard 2012] dresse un historique des méthodes comptables pour en arriver à l'émergence de la comptabilité environnementale et aux différentes écoles que le courant a engendrées²⁵.

Il introduit notamment la notion d'amortissement, propre aux méthodes de comptabilité en coûts historique (CCH). Il rappelle sa conception selon laquelle la comptabilité environnementale devrait avoir pour objectif

²² Il s'agit de la monétarisation des impacts environnementaux de l'activité annuelle de production et de distribution de la société Puma [Puma 2010].

²³ Le périmètre 3 du GHG Protocol correspond approximativement (phase d'usage exceptée) au cycle de vie du produit au sens de l'ACV : matières premières, fabrication, logistique amont et fin de vie. Ainsi, l'exercice réalisé par Puma pourrait très bien être utilisé avec une approche de type top-down pour allouer, via un facteur d'allocation, un « impact environnemental » (en l'occurrence CO2 et eau) à une gamme de produits (par exemple les chaussures), voire à un produit en particulier (un modèle de chaussure).

²⁴ Les auteurs de la méthode IDEA sont : Boisset, Girardin, Guillaumin, Mouchet, Viaux, Villain, Zahm.

²⁵ Il convient d'indiquer ici que, dans la lignée de R. Hueting, J. Richard est promoteur d'une durabilité forte.

premier la conservation du capital naturel, et propose d'inventer l'équivalent du concept d'amortissement du capital²⁶ de la comptabilité d'entreprise pour assurer la reproduction de l'environnement²⁷.

Partant du constat historique de la dualité des écoles comptables, d'une part les « fundistes » (dont le modèle est le comptable d'entreprise), et d'autre part les néo-classiques (les économistes), il montre qu'il existe également deux écoles de comptabilité environnementale : les écologistes écologiques, généralement opposés à la monétarisation, et les écologistes environnementaux qui constituent la grande majorité des économistes travaillant sur les sujets de monétarisation, et notamment sur la valorisation de la biodiversité et des services écosystémiques.

J. Richard, après avoir recensé l'ensemble des méthodes que l'on peut classer sous le terme générique de méthode de comptabilité environnementale, postule qu'il existe six types fondamentaux de CE, et établit une classification selon deux classes de critères :

- Durabilité forte versus durabilité faible.
 - La durabilité faible est envisagée comme une durabilité du niveau global cumulé des trois composantes du capital (naturel, humain, financier), et son objectif est d'assurer la préservation de cette note globale. Selon le concept de durabilité faible, les trois capitaux sont substituables (sous contrainte de maintenir la note globale constante ou meilleure) et le principe de base est donc celui de la compensation.
 - Dans le cadre de la durabilité forte, chacun des capitaux est envisagé séparément sans substitution possible. Les trois capitaux ne sont pas substituables mais complémentaires. Ainsi, l'objectif est la conservation du capital naturel en visant le respect des limites physiques à ne pas dépasser.
- La notion de sens : sens intérieur-extérieur (dont l'objectif est de mettre en évidence l'impact de l'entité sur l'environnement), ou sens extérieur-intérieur (dont l'objectif est de mettre en évidence l'impact des contraintes environnementales, comme par exemple les contraintes réglementaires, sur les comptes de l'entité). Pour J. Richard, seule une CE de type intérieur-extérieur « *permet d'identifier la dégradation du capital environnemental et d'y remédier par une conservation réelle de ce capital* », tandis que la CE de type extérieur-intérieur « *ne vise qu'à enregistrer des efforts, librement consentis ou non, qui peuvent être très loin de ce qui est requis pour une conservation effective.* » [Richard 2012, p.41].
- Enfin, afin de préciser sa classification il introduit la différenciation d'après le mode de comptabilité, selon qu'elle est quantitative²⁸, monétaire, ou exprimée en valeurs écologiques²⁹.

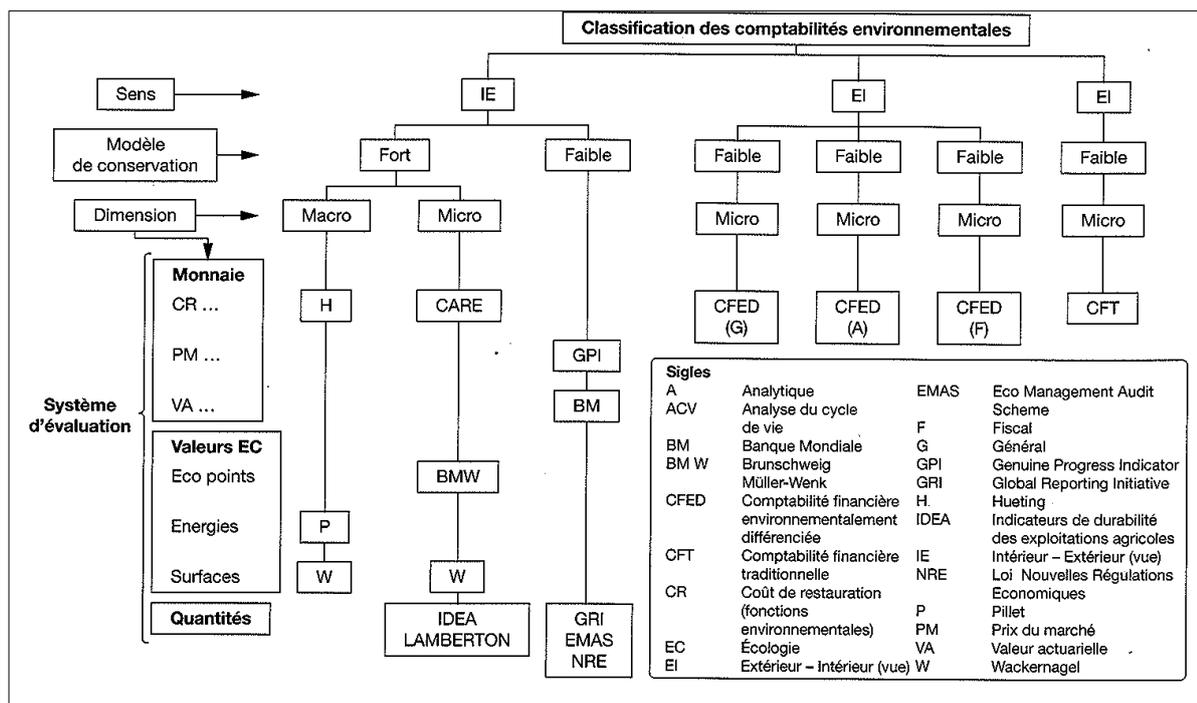
Pour J. Richard, les méthodes de durabilité faible visent à internaliser les dommages (via le calcul des externalités) tandis que les méthodes de durabilité forte visent à internaliser les coûts de conservation (qui doivent apparaître dans le bilan comptable). La figure ci-dessous représente la classification proposée par [Richard 2012, p.72] :

²⁶ L'amortissement devant assurer les moyens de conserver le capital par rétention de fonds d'amortissement.

²⁷ Concernant le principe comptable d'amortissement, il convient de remarquer que, dans la pratique, la méthode d'ACV opère un amortissement « environnemental » du capital (machines et moyens de production), en répartissant la charge environnementale inhérente sur le nombre d'année de vie des moyens de production.

²⁸ Par exemple, typiquement selon des indicateurs ACV comme l'équivalent CO2.

²⁹ Comme par exemple l'empreinte écologique.



Typologie des comptabilités environnementales. Source : [Richard 2012].

3.3.3.2. Une méthode de durabilité faible : la méthode « Genuine Savings » de la Banque Mondiale

La méthode de « l'épargne véritable » de la Banque Mondiale vise à mesurer la richesse d'une nation, définie comme étant la somme de trois composantes [BM 2006] :

- Le capital produit par l'homme : machines, équipements, structures.
- Le capital naturel : somme des ressources non renouvelables, des terres cultivées, des pâturages, des zones forestières, et des zones protégées.
- Le capital incorporel, pour l'essentiel constitué du capital humain, dont la valeur s'obtient en actualisant les salaires futurs des employés de la nation considérée sur une période de temps donnée.

La figure ci-dessous donne une illustration schématique de la méthode « genuine savings » de la Banque Mondiale :

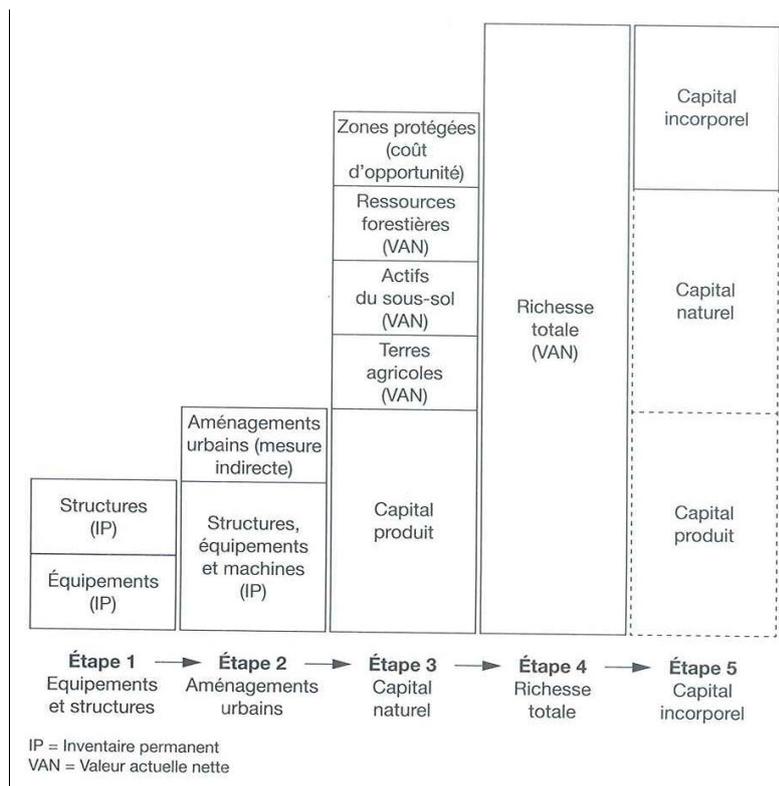


Illustration des composantes de la richesse d'une nation, d'après la méthode « épargne véritable » de la Banque Mondiale.

3.3.3.3. Une méthode de durabilité forte : la méthode CARE

La méthode CARE proposée par J. Richard pour prolonger les travaux de R. Hueting, promoteur de la soutenabilité forte³⁰, repose sur l'approche de comptabilité en coûts historiques. Elle intègre au bilan comptable traditionnel le capital naturel et le capital humain. Par ailleurs, le modèle CARE vise clairement une application microéconomique au niveau de l'entreprise, par opposition aux autres modèles de comptabilité qui traitent généralement de comptabilités macroéconomiques nationales. La méthode, exposée dans [Richard 2012], repose sur le déploiement de 5 étapes consécutives :

- Etape 1 : bilan des inputs et outputs environnementaux³¹
- Etape 2 : constatation des écarts entre les inputs/outputs réels et les limites environnementales (d'où la nécessité de connaître les différents seuils de durabilité)
- Etape 3 : choix et coûts des mesures à prendre
- Etape 4 : comptabilisation des coûts de renouvellement des capacités des capitaux à exercer leurs fonctions
- Etape 5 : établissement du bilan et création de fonds de renouvellement

Par ailleurs, J. Richard insiste sur la place à accorder aux scientifiques pour déterminer les limites physiques (ou seuils de durabilité) du capital naturel et donc, indirectement, les coûts de renouvellement.

³⁰ Cf. notamment Hueting, R., et al. (1992). Methodology for the calculation of sustainable nationale income. SDU/Publishers-Gravenhage, Voorburg/Heerlen.

³¹ Il convient de noter que dans l'esprit de J. Richard cette méthode est identique à l'inventaire de flux réalisé pour les ACV.

Sur la base d'un exemple fictif de société agricole, J. Richard propose une illustration de la mise en œuvre de la méthode CARE. Pour une description plus détaillée, se reporter à [Richard 2012].

<table> <tr><td>Ventes (100 unités x 1067)</td><td>106 700</td></tr> <tr><td>Matières consommées (1000 tonnes x 10)</td><td>(10 000)</td></tr> <tr><td>Energie (30 tonnes x 700)</td><td>(21 000)</td></tr> <tr><td>Amortissement (250 heures x 30)</td><td>(7 500)</td></tr> <tr><td>Main d'œuvre (9000 heures x 5)</td><td>(45 000)</td></tr> <tr><td>Frais généraux</td><td>(1 000)</td></tr> <tr><td>Profit</td><td>22 200</td></tr> </table> <p>a. Selon une comptabilité financière traditionnelle (CFT), l'entreprise réalise un profit de 22 200.</p>	Ventes (100 unités x 1067)	106 700	Matières consommées (1000 tonnes x 10)	(10 000)	Energie (30 tonnes x 700)	(21 000)	Amortissement (250 heures x 30)	(7 500)	Main d'œuvre (9000 heures x 5)	(45 000)	Frais généraux	(1 000)	Profit	22 200	<table> <tr><td>Résultat de la CFT</td><td>22 200</td></tr> <tr><td>Coûts de restauration (CR) eau</td><td>(410)</td></tr> <tr><td>CR de l'énergie</td><td>(6 000)</td></tr> <tr><td>CR des déchets</td><td>(3 500)</td></tr> <tr><td>CR des gaz à effet de serre</td><td>(700)</td></tr> <tr><td>CR du capital intellectuel</td><td>(9 900)</td></tr> <tr><td>Résultat réel de X selon CARE</td><td>1 690</td></tr> </table> <p>b. Néanmoins, si l'on tient compte des coûts de restauration (CR) du capital naturel engendrés par les impacts environnementaux de l'activité, ainsi que du coup d'amortissement du capital humain (capital intellectuel), le résultat réel de l'entreprise n'est plus que de 1 690.</p>	Résultat de la CFT	22 200	Coûts de restauration (CR) eau	(410)	CR de l'énergie	(6 000)	CR des déchets	(3 500)	CR des gaz à effet de serre	(700)	CR du capital intellectuel	(9 900)	Résultat réel de X selon CARE	1 690																																		
Ventes (100 unités x 1067)	106 700																																																														
Matières consommées (1000 tonnes x 10)	(10 000)																																																														
Energie (30 tonnes x 700)	(21 000)																																																														
Amortissement (250 heures x 30)	(7 500)																																																														
Main d'œuvre (9000 heures x 5)	(45 000)																																																														
Frais généraux	(1 000)																																																														
Profit	22 200																																																														
Résultat de la CFT	22 200																																																														
Coûts de restauration (CR) eau	(410)																																																														
CR de l'énergie	(6 000)																																																														
CR des déchets	(3 500)																																																														
CR des gaz à effet de serre	(700)																																																														
CR du capital intellectuel	(9 900)																																																														
Résultat réel de X selon CARE	1 690																																																														
<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="4">Bilan final</th></tr> <tr><th></th><th colspan="2">Actif</th><th>Passif</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Terrains</td><td>1 290 000</td><td>3 500</td><td>1 286 500</td></tr> <tr><td>Machines</td><td>900 000</td><td>7 500</td><td>892 500</td></tr> <tr><td>Matières</td><td>30 000</td><td>10 000</td><td>20 000</td></tr> <tr><td>Energies NR</td><td>6 000</td><td>6 000</td><td></td></tr> <tr><td>Atmosphère</td><td>700</td><td>700</td><td></td></tr> <tr><td>Eau</td><td>410</td><td>410</td><td></td></tr> <tr><td>Education</td><td>2 376 000</td><td>9 900</td><td>2 386 100</td></tr> <tr><td>Caisse</td><td></td><td>106 700</td><td></td></tr> <tr><td>Total Actif</td><td>4 671 800</td><td></td><td>Total Passif 4 671 800</td></tr> </tbody> </table> <p>c. Exemple de bilan final. Le solde apparent en caisse est de 106 700.</p>	Bilan final					Actif		Passif	Terrains	1 290 000	3 500	1 286 500	Machines	900 000	7 500	892 500	Matières	30 000	10 000	20 000	Energies NR	6 000	6 000		Atmosphère	700	700		Eau	410	410		Education	2 376 000	9 900	2 386 100	Caisse		106 700		Total Actif	4 671 800		Total Passif 4 671 800	<table> <tr><td>Fonds de renouvellement des terrains</td><td>3 500</td></tr> <tr><td>Fonds de renouvellement des machines</td><td>7 500</td></tr> <tr><td>Fonds de renouvellement des matières</td><td>10 000</td></tr> <tr><td>Fonds de renouvellement de l'énergie</td><td>6 000</td></tr> <tr><td>Fonds de renouvellement de l'atmosphère</td><td>700</td></tr> <tr><td>Fonds de renouvellement de l'eau</td><td>410</td></tr> <tr><td>Fonds de renouvellement de l'éducation</td><td>9 900</td></tr> <tr><td>Fonds pour les dettes</td><td>67 000</td></tr> <tr><td>Fonds pour les dividendes ou l'épargne</td><td>1 690</td></tr> </table> <p>d. Toutefois, sur les 106 700, seuls 1 690 peuvent être prélevés au titre d'un éventuel dividende, le solde constituant des fonds de renouvellement.</p>	Fonds de renouvellement des terrains	3 500	Fonds de renouvellement des machines	7 500	Fonds de renouvellement des matières	10 000	Fonds de renouvellement de l'énergie	6 000	Fonds de renouvellement de l'atmosphère	700	Fonds de renouvellement de l'eau	410	Fonds de renouvellement de l'éducation	9 900	Fonds pour les dettes	67 000	Fonds pour les dividendes ou l'épargne	1 690
Bilan final																																																															
	Actif		Passif																																																												
Terrains	1 290 000	3 500	1 286 500																																																												
Machines	900 000	7 500	892 500																																																												
Matières	30 000	10 000	20 000																																																												
Energies NR	6 000	6 000																																																													
Atmosphère	700	700																																																													
Eau	410	410																																																													
Education	2 376 000	9 900	2 386 100																																																												
Caisse		106 700																																																													
Total Actif	4 671 800		Total Passif 4 671 800																																																												
Fonds de renouvellement des terrains	3 500																																																														
Fonds de renouvellement des machines	7 500																																																														
Fonds de renouvellement des matières	10 000																																																														
Fonds de renouvellement de l'énergie	6 000																																																														
Fonds de renouvellement de l'atmosphère	700																																																														
Fonds de renouvellement de l'eau	410																																																														
Fonds de renouvellement de l'éducation	9 900																																																														
Fonds pour les dettes	67 000																																																														
Fonds pour les dividendes ou l'épargne	1 690																																																														

Illustration du principe de comptabilité environnementale intégrant les capitaux naturel et humain, d'après un exemple fictif [Richard 2012].

3.4. Limites méthodologiques

Chacune des trois classes de méthodes produit, en raison de fortes sensibilités aux conditions et aux hypothèses, des résultats sujets à de fortes variabilités et de fortes incertitudes. Toutefois, le manque de fiabilité des résultats ne constitue pas forcément une barrière à leur utilisation dans l'aide à la prise de décision (lorsque, par exemple, dans le cadre d'un projet d'aménagement on recherche un ordre de grandeur de coût), et ne doit pas remettre en cause les travaux de recherche relatifs à ce sujet. Le problème de la fiabilité des résultats dépend en fait des objectifs pour lesquels ces évaluations doivent être utilisées. La fiabilité des résultats ne serait finalement requise que lorsque l'objectif est de vouloir corriger des dysfonctionnements du marché.

Les limites méthodologiques de chacune des méthodes sont brièvement rappelées ci-dessous.

3.4.1. Valorisation des SES

Une définition limitative des SES

La méthode de valorisation des SES repose sur l'évaluation d'une variation marginale de ces SES. Or, la définition même des SES adoptée par le MEA est réductrice, puisque restreinte à une vision utilitariste anthropocentrique du

bien-être fourni aux humains par les écosystèmes. Les SES ne sont qu'une partie de la biodiversité, la valeur de celle-ci comprenant une partie non-marchande (donc non valorisée dans l'évaluation des SES) dépassant la valeur attribuée aux SES. Par ailleurs, le niveau actuel de connaissances relatives à la biodiversité et ses mécanismes ne permet pas de prétendre à une évaluation exhaustive, ni de la valeur de la biodiversité, ni de la valeur des SES.

Limites méthodologiques relatives aux facteurs de monétarisation

Les limites méthodologiques relatives aux facteurs de monétarisation sont listées et brièvement explicitées ci-dessous :

- La monétarisation des SES repose sur des agrégations de méthodes non homogènes entre coûts directs et coûts indirects (cf. § 3.1.3.2).
- Les valeurs monétarisées sont fortement dépendantes des hypothèses et conditions locales (régionalisation et temporalisation), ce qui induit de fortes variabilités et incertitudes. Cette sensibilité aux conditions et hypothèses entraîne une non-reproductibilité immédiate des calculs freinant probablement l'application de ces méthodes dans les processus de prise de décision. Ainsi, cela nécessite théoriquement l'acquisition d'un nombre extrêmement important de données, rendant peu réaliste la généralisation de ces évaluations, sauf à utiliser des fonctions de transfert.
- Les méthodes de transfert ont certes l'avantage de réduire le nombre de données d'entrée à acquérir, mais cette réduction de l'effort sur les données d'entrée se fait au détriment de la fiabilité des résultats en augmentant les incertitudes. Par ailleurs, pour l'heure, il semble que peu de fonctions de transfert soit disponibles.
- Le choix du taux d'actualisation pour le calcul de la valeur intégrée dans le temps des SES est certes un choix par convention, mais l'absence de consensus sur la valeur de ce taux introduit de la variabilité dans le calcul.

D'une manière générale, les efforts à consentir pour calculer les valeurs monétarisées sont une limite certaine à une application généralisée des démarches d'évaluation dans les processus de prise de décision.

3.4.2. Monétarisation des impacts environnementaux

Limites méthodologiques relatives à l'ACV

Les limites méthodologiques relatives à l'évaluation des indicateurs d'impacts environnementaux avec l'ACV sont bien connues et documentées dans les publications spécialisées. Ces limites sont succinctement rappelées ci-dessous :

- Fortes incertitudes sur les résultats.
- Difficulté d'acquisition des données (quantité des données à acquérir, confidentialité, traçabilité, moyens à engager).
- Non-fiabilité relative des méthodes par manque de maturité des connaissances scientifiques.
- Nécessité de régionaliser et temporaliser les données et les impacts.

Par ailleurs, une analyse des méthode d'ACV orientées dommages, réalisée sur la base des rapports de recommandation de l'ILCD [ILCD 2011 a,b, c], est présentée en annexe 3. Dans cette analyse figure un exposé des limites et besoins de recherche propres à chacune des méthodes de calcul des indicateurs d'impacts environnementaux.

Limites méthodologiques relatives aux facteurs de monétarisation

Les méthodes de monétarisation utilisées étant les mêmes, les limites relatives aux calculs des facteurs de monétarisation sont les mêmes pour la monétarisation des impacts environnementaux que pour la valorisation des SES.

3.4.3. Comptabilité environnementale

Non-connaissance des seuils de durabilité environnementale

La notion de conservation du capital naturel repose nécessairement sur la connaissance de ce capital d'une part, et sur la connaissance des « seuils de durabilités » pour chacune des problématiques environnementales (ressources, écosystèmes) d'autre part. De ce point de vue, la question qui se pose est la suivante : combien peut-on prélever ou rejeter dans un milieu sans dépasser la capacité de renouvellement du stock ou du milieu ? Or, les « seuils de durabilité » des milieux ne sont pour l'instant pas connus (en dehors de certains stocks de ressources non renouvelables).

Limites méthodologiques relatives au calcul des coûts de restauration

Le calcul des coûts de restauration à engager pour préserver le capital naturel repose en partie sur des estimations relatives à des techniques émergentes ou qui n'existent pas encore à l'état industriel. Il existe ainsi une forte incertitude, d'une part sur la capacité globale (i.e. en prenant en compte d'éventuels transferts d'impacts et effets rebonds) de ces techniques à constituer des solutions aux problèmes de préservation du capital naturel, et d'autre part sur leurs coûts.

3.5. Éléments de comparaison des méthodes

Le tableau ci-après dresse une synthèse comparative des paramètres caractéristiques des trois méthodes d'évaluation économique de l'environnement présentées ci-dessus.

	Valorisation de la biodiversité et des SES	Monétarisation des impacts environnementaux	Comptabilité environnementale
Objectif	- Aide à la décision (ACB pour des investissements). - Evaluation des coûts de dommage (contentieux juridique).	Internalisation des externalités environnementales.	- Internalisation des externalités environnementales (durabilité faible). - Conservation du capital naturel (durabilité forte).
Périmètre économique	Macro ou micro	Micro	Macro ou micro
Système type d'application	Aménagement du territoire, urbanisme, infrastructures, travaux publics.	Système production/consommation : activité industrielle ou agricole, procédés, produits, services.	Activité industrielle ou agricole.
Aide à la décision	Ex-ante (ex-post)	Ex-post et ex-ante	Ex-post
Champ d'étude	Biodiversité et SES	- Impacts environnementaux (ACV) - Impacts santé, mortalité bien être	Flux de matières et d'énergie (ICV)
Méthode	Evaluation des services écosystémiques	- ACV - Modèles de dispersion - Modèles d'émission	Bilan des flux physiques
Champ d'application	Local (éventuellement global ³²)	Local, régional, global (généralement global lorsque l'on considère le cycle de vie d'un produit)	Local ou global (exemple de Puma)
Requis	Connaissance des mécanismes régissant la biodiversité et évaluation des SES.	- Calcul des catégories d'impacts environnementaux (ACV) - Calcul des effets sur la santé, la mortalité, et le bien-être	- Bilan comptable et bilan des flux physiques. - Connaissance des limites et seuils des composantes du capital naturel.
Durabilité	Faible	Faible	Faible ou forte
Internalisation des coûts	Coût de dommages	Coût de dommages	Coûts de conservation
Limites méthodologiques	- Définition des SES limitative: vision utilitariste anthropocentrique (les SES ne sont pas la biodiversité). - Limites méthodologiques relatives aux facteurs de monétarisation.	Limites méthodologiques : - relatives à l'ACV - relatives aux facteurs de monétarisation	- Non-connaissance des seuils de durabilité. - Limites méthodologiques relatives au calcul des coûts de restauration.

Tableau comparatif des caractéristiques respectives des trois méthodes analysées.

³² Cf. par exemple [Sukhdev 2008].

4. LES TRAVAUX A VENIR DE LA FONDATION 2019

4.1. Les objectifs de la Fondation 2019

L'objectif des travaux de la Fondation 2019 est de proposer l'introduction d'une TVA corrective relative à la prise en compte des externalités du marché des produits et services. Cette TVA est appelée par convention TVA circulaire (TVAC). Le préalable à l'introduction d'une telle TVA est donc la capacité de calcul des coûts des externalités, c'est-à-dire la monétarisation des impacts environnementaux des produits et services.

L'objectif de la Fondation 2019 peut être défini de la manière suivante : « corriger le prix final des biens et services par une modulation significative de la TVA afin d'internaliser les externalités négatives environnementales (dans un premier temps) et sociales (dans un second temps) ». Cela reviendrait à accorder une TVA réduite pour les produits reconnus comme les moins impactants.

Dans le cadre de cet objectif, l'approche la plus cohérente apparaît être l'approche basée sur l'analyse de cycle de vie des produits et services. Ainsi, la Fondation 2019 envisage de mener des travaux de développement méthodologiques dans le cadre de l'approche ACV, c'est-à-dire de la monétarisation des impacts environnementaux calculés avec la méthode ACV.

4.2. Description des problématiques et des travaux à réaliser

4.2.1. Les limites de la monétarisation des impacts environnementaux par l'ACV

Les limites de la monétarisation des impacts environnementaux ont été énoncées au chapitre précédent. Pour rappel, les limites méthodologiques identifiées pour cette approche sont :

- Les limites relatives à la méthodologie d'ACV. Concernant plus particulièrement certains des principaux indicateurs d'impacts environnementaux, certaines limites et besoins de recherche sont également précisés dans l'analyse de l'annexe 3.
- Les limites relatives aux facteurs de monétarisation.

Par ailleurs, au-delà des limites méthodologiques propres à l'évaluation, des problématiques d'ordres sociologiques et institutionnels relatives, d'une part à l'acceptation d'outils tels que la TVAC, et d'autre part aux potentialités d'utilisation des résultats dans le cadre de processus de prise de décision politique, sont mises en évidence dans la littérature et par les retours d'expérience. Ces freins et barrière potentiels à l'instauration d'une TVAC sont décrits dans le paragraphe 4.2.2 ci-dessous et donnent lieu à des propositions de travaux.

4.2.2. Description des problématiques relatives à la monétarisation des impacts environnementaux et des travaux à réaliser dans le cadre de la Fondation 2019

Le tableau ci-dessous décrit les problématiques relatives à la monétarisation des impacts environnementaux, et plus particulièrement à l'utilisation de cette méthode dans le cadre de l'instauration d'une TVAC. Les problématiques sont classées selon trois axes, d'après les limites identifiées dans le chapitre 3 :

- Evaluation environnementale.
- Evaluation monétaire.
- Utilisation dans le cadre de la mise en œuvre d'une TVAC.

Chaque problématique est explicitée succinctement, et les besoins en travaux de recherche pour résoudre ces problématiques sont mis en regard.

Enfin, dans l'objectif d'établir un plan de travail pour les travaux de la Fondation 2019, un premier niveau de priorité des travaux à effectuer est proposé avec un code couleur correspondant (rouge : prioritaire, jaune : moins prioritaire, vert : non prioritaire).

Thématique	Description du problème, limites identifiées	Travaux à réaliser	Niveau de priorité pour les travaux de la Fondation 2019	Type de travail	
A- Evaluation environnementale					
Calcul des indicateurs d'impacts environnementaux avec l'ACV					
	<p>Choix des indicateurs : représentativité, complétude.</p>	<p>Quels doivent être les indicateurs sélectionnés pour la monétarisation ? Le jeu d'indicateur doit-il être « complet » au regard de l'ensemble des problématiques environnementales ? Quel niveau d'indicateurs : midpoint, endpoint, score unique ? L'agrégation des impacts environnementaux offre un compromis à l'analyse multicritère en simplifiant l'interprétation des résultats, mais elle entraîne en contrepartie un niveau d'incertitude supérieur et une perte d'information.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Définir les critères argumentés de choix des indicateurs : existence de méthode(s) de calcul, robustesse de ces méthodes, non dépendance aux conditions locales, criticité (urgence) des problématiques environnementales, etc. • Trouver l'optimum entre simplicité de l'indicateur et sa robustesse et fiabilité. • Travail à l'interface évaluation environnementale/évaluation monétaire : quelle correspondance des indicateurs ? trouver le bon niveau d'indicateurs environnementaux en fonction des techniques de monétarisation. • Réaliser un benchmark des indicateurs d'autres méthodes que l'ACV (impacts sur la santé, mortalité, bien être), identifier les « déterminants » santé pour proposer des indicateurs de suivi. 	<p>Prioritaire car du choix des indicateurs découle le travail sur les méthodes y afférentes.</p>	<p>Quelques jours (de type conseil). Travail débuté par Eeva avec l'analyse des rapports ILCD sur les méthodes d'impacts.</p>
	<p>Méthodes de calculs : mécanismes physico-chimiques et biologiques, modélisation, relations mathématiques, linéarité, seuils</p>	<p>D'une manière générale, et avec un degré variable selon les indicateurs considérés, les méthodes de calcul des impacts environnementaux comportent de nombreuses simplifications qui conduisent à de fortes incertitudes sur les résultats. Ces limites peuvent concerner :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La mauvaise connaissance des mécanismes des phénomènes à modéliser. • L'incomplétude des émissions caractérisées (les substances contribuant à un impact ne sont pas toutes prises en compte). • La non-linéarité des phénomènes modélisés (alors qu'ils sont modélisés par des relations linéaires par simplification) et les effets de 	<p>Pour chacune des méthodes permettant le calcul d'un indicateur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la connaissance des phénomènes pour améliorer la modélisation : mécanismes, relations, seuils, synergies, etc. • Compléter la prise en compte des émissions contributives. 	<p>Développement des méthodes non prioritaire (crucial mais non prioritaire car des laboratoires spécialisés travaillent déjà à la mise au point et à la mise à jour de ces méthodes de calcul) mais état des lieux à faire rapidement (un premier travail de recherche pourrait justement être de vérifier ce point par un état des lieux, en s'appuyant comme base de départ sur les rapports ILCD).</p>	<p>Faire un état des lieux des recherches en cours sur la modélisation pour le calcul des impacts environnementaux. Quelques jours (de type conseil). Travail débuté par Eeva avec l'analyse des rapports ILCD sur les méthodes d'impacts. En fonction des conclusions de l'état des lieux, lancer des travaux sur le développement de méthodes d'évaluation des impacts.</p>

			<p>seuil.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La non-prise en compte des effets de synergie, de rétroaction, etc. 			
		Conditions locales (régionalisation)	Les modèles actuels d'ACV agrègent les impacts dans l'espace, c'est-à-dire que les résultats sont indépendants des conditions locales, aussi bien à l'émission (inventaire) que pour le calcul des impacts.	Développer des modèles qui prennent en compte les aspects locaux pour le calcul des impacts environnementaux (couplage des modèles avec des SIG)	Prioritaire si l'on souhaite renter une approche cycle de vie pour la TVAC, avec une supply chain a priori mondiale (cas de base).	Thèse(s) et/ou post-doctorat(s). Des travaux déjà en cours sur ce sujet : commencer par identifier les équipes de recherche travaillant actuellement sur le sujet ?
		Conditions temporelles (temporalité, saisonnalité)	Les modèles actuels d'ACV agrègent les impacts dans le temps, c'est-à-dire que les résultats sont indépendants de l'instant d'émission aussi bien que de l'instant de réalisation de l'impact. Par ailleurs, les impacts sont agrégés sur les périodes de temps propres à ces impacts (par exemple pour l'effet de serre sur 100 ans par convention pour l'ACV) et cette intégration masque la valeur de l'impact réel en fonction du temps.	Développer des modèles qui prennent en compte la temporalité pour le calcul des impacts environnementaux.	Prioritaire car le résultat de la monétarisation comprend une notion de temporalité via le taux d'actualisation.	Thèse(s) et/ou post-doctorat(s). Des travaux déjà en cours sur ce sujet : commencer par identifier les équipes de recherche travaillant actuellement sur le sujet ?
		Incertitudes	Les résultats d'ACV sont soumis à de fortes incertitudes. De plus ces incertitudes sont variables en fonction de l'indicateur d'impact considéré. Cette incertitude peut s'avérer un point bloquant dans la mise en place d'une TVAC en empêchant la différenciation entre produits ou systèmes (argument contre l'utilisation de la monétarisation pour l'instauration d'une TVAC).	Caractériser les niveaux d'incertitudes pour chaque indicateur d'impact. Proposer des modèles fiables de calcul de ces incertitudes.	Moins prioritaire.	Thèse et/ou post-doctorat.
Connaissance des niveaux de durabilité						
			Les niveaux de durabilité des réserves/milieux/écosystèmes sont mal connus aussi bien globalement que localement. Pourtant la connaissance de ces niveaux de durabilité serait un indicateur pertinent d'une part de la proximité d'un niveau de non-durabilité et/ou d'un seuil d'irréversibilité, et d'autre part d'une répartition équitable d'une ressource entre individus d'une population. La connaissance des	Développer les connaissances pour connaître et caractériser les niveaux dynamiques de durabilités globaux et locaux pour chacun des indicateurs d'impact environnementaux.	Moyennement prioritaire ?	Thèse(s) et/ou post-doctorat(s). Une thèse INRA déjà soutenue sur ce sujet en 2011. D'autres travaux en cours ?

			niveaux de durabilité serait précieuse dans le cadre de l'instauration d'une TVAC (notamment si l'on se place dans l'hypothèse d'une durabilité forte). Apporterait par ailleurs en retour des connaissances sur les seuils et mécanismes d'impacts environnementaux.			
B- Evaluation monétaire						
Evaluation des facteurs de monétarisation (FM)						
		Agrégation de FM de qualités différentes. Cohérence, homogénéité des méthodes.	Les coûts de monétarisation résultent quasiment toujours de l'application de facteurs de monétarisation obtenus par des méthodes différentes (cf. § 3.1.3 sur les coûts directs ou indirects). Cela pose donc la question de l'agrégation de valeurs non homogènes du point de vue des méthodes de calcul, éventuellement avec des niveaux de qualité différents. La question se pose aussi bien pour le calcul d'un indicateur (par exemple l'acidification) que pour l'agrégation de plusieurs indicateurs environnementaux en une valeur monétaire unique.	<ul style="list-style-type: none"> Comprendre dans quelle mesure l'application de méthodes différentes génère de l'incohérence et ou de l'incertitude sur le résultat final. Dans quelle mesure peut-on considérer que l'indicateur monétaire unique (dollar ou euro) constitue en soit une homogénéité ? Existe-t-il des solutions alternatives au calcul d'une valeur économique totale (VET) ? Développer des méthodes homogènes pour le calcul des facteurs de monétarisation relatifs à chacun des impacts environnementaux. 	Moins prioritaire.	Thèse et/ou post-doctorat.
		Transfert des FM : vers des fonctions de monétarisation	A l'instar des impacts environnementaux, les facteurs de monétarisation sont fonction du temps et des conditions locales (conditions environnementales et sociologiques pour les CAP par exemple). La solution envisagée pour le moment est le transfert (extrapolation) de valeurs monétarisées calculées à un endroit donné et pour une année de référence pour le calcul de nouvelles valeurs correspondant à d'autres endroits et à d'autres moments. A l'heure actuelle, il existe la base de données Evri (www.evri.ca) qu'il conviendrait d'enrichir et compléter.	<ul style="list-style-type: none"> Réaliser un état de l'art des facteurs (et/ou fonctions) de transferts existants. Développer des bases de données de facteurs de monétarisation régionalisés et temporalisés. Développer des fonctions de transfert pour obtenir des fonctions de monétarisation dépendantes de l'espace et du temps. 	Prioritaire car sans ces facteurs, dont le calcul est coûteux, la monétarisation n'est pas possible. Le recours à des fonctions de transfert fiables constituerait probablement un bon compromis entre rapidité et fiabilité de l'évaluation. Les fonctions de transfert sont sans doute la clé du succès de la dissémination des méthodes de monétarisation.	Thèse(s) et/ou post-doctorat(s).
		Taux d'actualisation	Pour les impacts environnementaux dont	Pas réellement de travaux à engager car le	Non prioritaire car les valeurs tutélaires	

		l'occurrence s'étend sur une période de temps longue (supérieure à 1 an), la valeur du coût de la monnaie dans le futur (par rapport à l'année d'évaluation) se pose car cela influe de manière prépondérante sur la valeur du FM.	choix de la valeur du taux d'actualisation est une convention.	des taux d'actualisation peuvent faire référence.	
	Incertitudes	Les valeurs des facteurs de monétarisation sont soumises à de fortes incertitudes. De plus ces incertitudes sont variables en fonction du type de coût considéré. Cette incertitude peut s'avérer un point bloquant dans la mise en place d'une TVAC en empêchant la différenciation entre produits ou systèmes.	<ul style="list-style-type: none"> Caractériser les niveaux d'incertitudes pour chaque FM. Proposer des modèles fiables de calcul de ces incertitudes. 	Moins prioritaire.	Thèse et/ou post-doctorat.
C- Utilisation dans le cadre de la mise en œuvre d'une TVAC					
	Questions éthiques	La monétarisation de l'environnement (donc de la nature) et le risque de marchandisation induit soulèvent des questions éthiques.	<ul style="list-style-type: none"> Identifier les questions éthiques posées et envisager les éventuelles questions non encore posées. Construire l'argumentaire de réponse à ces questionnements si l'on se place dans le cadre d'une durabilité forte, et concevoir les mécanismes du système de TVAC en fonction. 	Non prioritaire, car questions déjà posées et identifiées. Toutefois il faut être en mesure de pouvoir répondre aux questionnements. Notamment, si l'on se place dans une posture de durabilité forte, ces questionnements doivent être connus et intégrés dans le système de TVAC proposé.	Travail « au fil de l'eau » ?
	Questions politiques	La mise en œuvre d'un tel dispositif ne peut être réalisée sans volonté politique forte et harmonisée. Quels sont les freins politiques à la mise en œuvre ? Quelles sont les difficultés techniques objectives (fiscalité, différenciation par type de produits, etc.) ? Notamment, l'étude de Laurans et al. (à paraître, [Billé 2011]) semble montrer un taux très faible d'utilisation des résultats des études de monétarisation, quand ils existent, dans les processus de prise de décision. Quelles en seraient les raisons ?	Identifier les freins politiques et les difficultés techniques objectives.	Prioritaire car travail de long terme suite à cette première analyse (qui doit donc être réalisée le plus en amont possible).	Stage étudiant Sciences Po, ou prestation par cabinet d'avocats spécialisés, ou prestation par laboratoire universitaire (Sciences Po ou autre).
	Questions sociologiques	Quelle est l'acceptation sociale de la démarche de monétarisation et de l'idée d'une TVAC ?	Identifier les éléments de cette acceptation sociale.	Non prioritaire. Ces éléments devront néanmoins être identifiés car ils peuvent constituer un des freins politiques discutés ci-dessus.	Travail de type enquête par laboratoire universitaire ?
	Questions fiscales et économiques	Quel(s) modèle(s) de fiscalité faudrait-il instaurer,	Etat de l'art, analyse/synthèse, élaboration de	Moyennement prioritaire ?	Thèse(s) ?

		et quelles révisions de la fiscalité actuelle faudrait-il envisager ? Quel modèle économique construire pour instaurer cette TVAC au niveau national et/ou international ? Qui supporte le coût, qui collecte, qui redistribue ? Quelles incidences sur l'économie, le pouvoir d'achat, etc ?	modèles ...	Concernant (1) l'état de l'art sur l'écofiscalité et (2) des propositions relatives à une écofiscalité, des travaux ont déjà été réalisés et sont poursuivis (cf. notamment [Sainteny 2012]).	
	Questions technologiques	Quelles sont les trajectoires technologiques et organisationnelles qui favoriseraient ou seraient favorisées par l'application d'une TVAC ?	Etat de l'art, analyse/synthèse. Rejoint sans doute en partie les mêmes questionnements liés à l'économie de la fonctionnalité et/ou l'économie circulaire.	Non prioritaire ?	Thèse(s) ?
	Questions juridiques	Quels règlements et lois constituent des barrières ou au contraire des pré-requis ou leviers à la mise en place d'une TVAC ? Quelle compatibilité avec les règlements nationaux et internationaux (UE et OMC notamment) ?	<ul style="list-style-type: none"> Analyse juridique nationale et internationale sur les pré-requis, freins, barrières à la mise en œuvre d'une TVAC. Analyse juridique de la compatibilité d'une TVAC avec les règlements internationaux. 	Moyennement prioritaire. Rejoint en partie la question des freins politiques. Des éléments à inclure dans la conception du modèle.	Prestation par cabinet d'avocats spécialisés ou stage juriste ou prestation étude par laboratoire recherche.

Description des problématiques et des besoins en travaux de recherche pour l'instauration d'une TVAC à partir de la monétarisation des impacts environnementaux.

CONCLUSION

Dans le cadre de la vision et du but définis par la Fondation 2019 en faveur de l'instauration d'un système de TVAC visant à corriger les dysfonctionnements constatés entre économie et écologie, l'objectif de ce tour d'horizon était de réaliser un état de l'art bibliographique des méthodes de valorisation économique de l'environnement pouvant servir ce but. Cette étude bibliographique s'appuie sur le fonds documentaire d'environ 2500 références mis à disposition par la Fondation 2019.

Parmi l'ensemble des méthodes visant à réaliser une valorisation économique de l'environnement, l'étude a permis d'identifier trois grandes classes, dont chacune a été présentée et décrite eu égard à ses objectifs, à son champ d'application, et aux méthodes d'évaluation respectivement utilisées :

- La valorisation des services écosystémiques
- La monétarisation des impacts environnementaux
- La comptabilité environnementale

Les limites de chacune des trois classes de méthodes ont été brièvement exposées, pour finalement proposer un tableau de comparaison synthétique des trois approches.

Au regard de l'analyse de ces 3 types de méthodes, il semble que la méthode la plus appropriée pour mener à bien les travaux de la Fondation 2019 dans l'objectif d'une application à des systèmes de production et de consommation soit l'approche de type ACV. Ainsi, suite à l'identification des limites méthodologiques identifiées, des problématiques relatives à la monétarisation des impacts environnementaux ont été précisées. La description de ces problématiques conduit logiquement à la définition de travaux de recherche permettant de les solutionner, travaux pour lesquels nous proposons un niveau de priorité.

La liste des travaux de recherche à engager et leur niveau de priorité associé permettent de définir le plan de travail de recherche de la Fondation 2019 pour le développement et l'instauration d'une TVAC.

BIBLIOGRAPHIE

- [Billé 2011] R. Billé, Y. Laurans, L. Mermet, R. Pirard, A. Rankovic. A quoi servent les évaluations économiques de la biodiversité ? Revue Ecorev, n°38, Quelle(s) valeur(s) pour la biodiversité ? Décembre 2011, pp.48-54.
- [BM 2006] Banque Mondiale. Where is the wealth of nations ? Measuring capital for the 21st century. The world Bank, Washington DC.
- [Boiteux 2001] Transports : choix des investissements et coût des nuisances – dit rapport « Boiteux II ». Rapport du groupe d'experts présidé par Marcel Boiteux. Commissariat Général du Plan, juin 2001, 325 p.
- [Braat 2012] L.C. Braat, R. de Groot. The ecosystem services agenda : bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. Ecosystem Services, (1), 2012, 4-15.
- [CAS 2008] La valeur tutélaire du carbone. Rapport de la commission présidée par Alain Quinet. Centre d'Analyse Stratégique, juin 2008, 110 p.
- [CAS 2009] B. Chevassus-au-Louis (dir.). Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique. Rapport du CAS, 2009.
- [CGDD 2010] CGDD. Donner une valeur à l'environnement : la monétarisation, un exercice délicat mais nécessaire. La revue du CGDD, décembre 2010.
- [CGDD 2011a] CGDD. Evaluation économique des services rendus par les zones humides. Complémentarité des méthodes de monétarisation. Etudes & documents, n° 50, Septembre 2011.
- [CGDD 2011b] CGDD. Monétarisation des impacts environnementaux liés au recyclage. Le cas des papiers/cartons et des plastiques. Etudes & documents n°44, mai 2011.
- [Costanza 1997] R. Costanza, et al. The value of the world ecosystems and natural capital. Nature, May 1997, vol. 387, pp. 253-260.
- [D4E 2007] D4E, MEDAD. Monétarisation des impacts environnementaux du recyclage : méthodologie et applications. Document 2007-08, novembre 2007.
- [EC 2005] European Commission. ExterneE – Externalities of Energy. Methodology 2005 update. Rapport EUR 21951.
- [EC 2010a] European Commission. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook – Analysis of existing environmental impact assessment methodologies for use in life cycle assessment. Joint Research Centre and Institute for Environment and Sustainability. First edition, 2010.
- [EC 2010b] European Commission. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - Framework and Requirements for Life Cycle Impact Assessment Models and Indicators. Joint Research Centre and Institute for Environment and Sustainability. First edition March 2010. EUR 24586 EN.
- [EC 2011] European Commission. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook – Recommendations for life cycle impact assessment in the European context – Based on existing environmental impact assessment models and factors. Joint Research Centre and Institute for Environment and Sustainability. First edition november 2011. EUR 24571 EN.
- [EcoRess 2011] M. Hernandez et al. Etude sur la faisabilité de l'évaluation monétaire des externalités agricoles et de leur rémunération. Rapport pour le MAAPRAT, Eco Ressources Consultants, Mai 2011.
- [Houdet 2011] J. Houdet. The economics of wilderness. Overcoming challenges and seizing opportunities. PAN Parks Foundation Report, 2011.
- [ISO 2006a] NF EN ISO 14040. Analyse du cycle de vie – Principes et cadre. AFNOR, octobre 2006.
- [ISO 2006b] NF EN ISO 14044. Analyse du cycle de vie – Exigences et lignes directrices. AFNOR, octobre 2006.
- [Maris 2011] V. Maris. De la nature aux services écosystémiques. Une commodification de la biodiversité. Revue Ecorev, n°38, Quelle(s) valeur(s) pour la biodiversité ? Décembre 2011, pp.19-23.

- [Méral 2010] P. Méral. Les services environnementaux en économie : revue de littérature. Document de travail n°2010-05, programme Serena.
- [Mollaret 2012] M-E. Mollaret. Monétarisation des impacts environnementaux de la filière de gestion des déchets ménagers par TMB. Communication, Séminaire de recherche EcoSD, 22 mars 2012, Paris.
- [Puma 2011] Puma's environmental profit and loss account. Press Kit, 2010.
- [Rambaud 2011] A. Rambaud et L. Roy. Comment valoriser la biodiversité : de l'insuffisance des méthodes actuelles aux réponses proposées par l'Ecologie Politique. Revue Ecorev, n°38, Quelle(s) valeur(s) pour la biodiversité ? Décembre 2011, pp.24-30.
- [Richard 2012] J. Richard. Comptabilité et développement durable. Éditions Economica, 2012.
- [Sainteny 2012] G. Sainteny. Plaidoyer pour l'écofiscalité. Ed. Buchet Chastel (Ecologie), 2012. ISBN 978-2-283-02500 0.
- [Sétra 2010] D. Grangeon, P. Cousin. MEEDDM. Monétarisation des externalités environnementales. Rapport d'étude SETRA (MEEDDM), mai 2010.
- [TEEB 2010] TEEB (2010) The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB.

Annexe 1

Cartographie des auteurs et acteurs de recherche

La cartographie présentée ici recense les auteurs et acteurs de recherche français identifiés et ayant publié en France sur le sujet de l'évaluation économique de l'environnement. Ces auteurs sont classés en « académiques France » d'une part, et en « organismes privés ou institutionnels » d'autre part. Cette cartographie ne se veut pas exhaustive, elle recense uniquement les auteurs identifiés lors de ce tour d'horizon.

Une cartographie des auteurs et chercheurs étrangers, des centres de compétences et universités au niveau mondial, sera présentée dans cette annexe dans la version amendée de ce rapport (version 2).

Enfin, une liste d'auteurs considérés comme "historiques" est présentée. En face de ces auteurs sont indiqués les concepts qu'ils ont introduits et/ou développés.

Chercheurs académiques, France

Organisme	Laboratoire	Ville	Nom	Statut	Domaine
BRGM	AGIRE	Montpellier	Stéphanie AULONG		Economie de l'environnement (eau)
Ecole Polytechnique	Laboratoire d'économétrie	Paris	Olivier GODARD	Directeur de recherche (CNRS)	Economie de l'environnement
Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE)	USR CRIOBE	Moorea (Polynésie Française)	Nicolas PACALE	CNRS	Economie de l'environnement (récifs coraliens)
INRA		?	Philippe BONTEMS	Directeur de recherche	Economie de l'environnement (<i>Politiques agricoles</i>)
INRA	LERNA	Toulouse	Nicolas TREICH		Economiste (<i>Micro-économie, valeur statistique de la vie humaine, ACB</i>)
INRA	UMR Bioemco (Inra, Agroparistech, CNRS, ENS, UPMCurie, IRD)	Ile-de-France	A. RANKOVIC		Economie de l'environnement ? Evaluation pour l'aide à la décision
IRD		Montpellier	P. MERAL		Economie de l'environnement
IRSTEA		Rennes	Marie-Emilie MOLLARET	Docteur	ACV (<i>traitement déchets, monétarisation</i>)
IRSTEA	UMR LAMETA	Bordeaux	Jean-Philippe TERREAUX		
Paris Dauphine		Paris	Jacques RICHARD	PU	Comptabilité
Paris X	EconomiX	Nanterre	Gilles ROTILLON	(CNRS)	Economie de l'environnement (<i>politiques agricoles, droits à polluer</i>)
Paris X			Marc BAUDRY	PU	? directeur thèse M-E Mollaret
SciencesPo	AIE	Paris	Michel		

			PHILIBERT		
SciencesPo	Iddri	Paris	Raphaël BILLE Yann Laurans		Economie de l'environnement ? Evaluation pour l'aide à la décision
SupAgro	LAMETA	Montpellier	JM SALLES		Economiste agronome
SupAgro	LAMETA	Montpellier	Léa TARDIEU	Thésarde	La prise en compte des services écosystémiques dans l'évaluation des projets d'infrastructures de transport.
Sup de Co	CEREGE	La Rochelle	Pierre BARET		
U. Bordeaux IV	UMR Gretha (Irstea, Ifremer)		Patrick POINT	CNRS	
U. Bretagne Occidentale	UMR Amure (Ifremer)	Brest	Harold LEVREL		Economiste écologique
U. Méditerranée	IDEP GRAQAM	Marseille	Dominique AMI	MC	Economie de l'environnement (<i>biodiversité</i>)
U. Pau et Pays de l'Adour	CREPAO	Pau	Julien MILANESI		Economiste
U. Poitiers	IAE, CEREGE	Poitiers	Benjamin DREVETON	MC	
U. Lyon I	LASS	Lyon	Gérard BERTOLINI	(CNRS) N'exerce plus.	Economie de l'environnement
U. Lyon II	LET	Lyon	Luc BAUMSTRAK		Economiste (<i>transports</i>)
U. Nantes	IAE, Inst. Economie et Management	Nantes	Nicolas ANTHEAUME	MC	
U. Toulouse 1 Capitole	TSE – toulouse school of economics	Toulouse	James K. Hammit	PU	Economiste Méthodes : valeur statistique de la vie, CAP, etc.

Organismes privés et institutionnels

Organismes	Pays	Auteurs
Ari Rabl Consultant	France	Ari RABL
Banque Mondiale	International	Joseph STIGLITZ
CAS	France	JM. SALLES (Supagro Montpellier)
CGDD (Ministère de l'Ecologie)	France	Julien HARDELIN (économiste agronome), Michel MASSONI, Sylvain CHEVASSUS-AU-LOUIS, Arthur KATOSSKY, François MARICAL, Doris NICKLAUS, Olivier BOMMELAER
Commission Européenne	UE	ExternE (A. Rabl et al.)
Eco Ressources Consultants	Québec, Canada	Maribel HERNANDEZ, Marjolaine MONDON, Maria OLAR, Julie JOUVEL, Skander Ben Abdallah, Sylvie MONDOR
Intertek-RDC	Belgique	Bernard DE CAEVEL, Simon STANDAERT, Elisabeth van OVERBEK
SETRA (Ministère de l'Ecologie)	France	Damien GRANGEON
Synergie (Etude comptabilité verte pour McDonald)	France	?
Trucost (Etude comptabilité verte pour Puma)	UK	?

Auteurs et concepts historiques

Auteur(s)	Concept(s)	Date
BENTHAM, J.	Fondateur de la philosophie utilitariste. Par extension, considéré par certains comme l'inventeur de la méthode d'évaluation contingente.	18 ^{ème} S.
PIGOU, Arthur Cecil	Notion d'externalité.	1920
CIRIACY-WANTRUP	Méthode de l'évaluation contingente (CAP).	1963 ?
COASE, Ronald	Affirme la supériorité des marchés de droits sur les taxes dans la gestion de l'environnement.	1960
LANCASTER	Analyse conjointe	1966
J. KRUTILLA	Valeur économique totale (VET)	1967
EL SERAFY, S.	(Macro)économie et développement durable (ancien économiste de la Banque Mondiale)	1991
HARDIN, Garrett	Tragédie des biens communs	1968
HARTWICK (et SOLOW, ARROW, HAMILTON)	Soutenabilité faible	1977
HENRY, Claude	Incertitudes scientifiques	

Annexe 2³³

Valeurs des facteurs de monétarisation – Revue de littérature

3 fichiers Excel sont annexés en complément du présent rapport.

Dans le cadre de ce travail « tour d’horizon », un relevé des différentes valeurs des facteurs de monétarisation pour différents type d’impacts environnementaux a été effectué d’après une revue de littérature. Ce relevé constitue une base de données de FM disponible à la date de fin 2012. Cette base de données relève majoritairement de cas français, mais pas seulement. Ainsi, certaines études telles [Sétra 2010] proposent elles-mêmes des revues de littérature internationale permettant ainsi de relever certain FM pour d’autres cas que la France.

Cette base de données des FM constitue un livrable de ce travail pour la Fondation 2019, et est constitué en trois fichiers Excel joints à ce rapport :

- Un fichier sur les FM pour la monétarisation du recyclage (en France).
- Un fichier sur des FM relatifs aux SES.
- Un fichier sur les FM relatifs aux impacts environnementaux des véhicules et infrastructures routières.

Cette base de données permet notamment de constaté la grande variabilité des FM.

Le tableau ci-dessous précise les types de FM de la base de données ainsi constituée.

Fichier .xls	Types de FM de la base de données	Exemple du nombre de valeurs (ou jeux de valeurs) de FM y afférent
FM pour la monétarisation du recyclage en France	Impacts du recyclage (coûts totaux et coûts externes)	Environ 60
	FM des différents impacts environnementaux : <ul style="list-style-type: none"> • Acidification • Changement climatique • Destruction de l’ozone stratosphérique • Dégradation de la qualité de l’eau • Toxicité humaine • Ressources • Nuisances • Impacts aux structures 	1 5 1 5 15 8 10 1
	Facteurs correctifs pour toxicité humaine	
FM relatifs aux SES	CO2	30
	Ecosystèmes et SES	> 135
	Biodiversité spécifique	17
FM relatifs aux impacts environnementaux des véhicules et infrastructures routières	Pollutions atmosphériques	> 50
	Nuisances sonores	45
	Biodiversité (perte de)	8
	Pollutions sol-eau	6
	Vies humaines	25
Gains de temps	18	

³³ Une base de données de facteurs de monétarisation est associée à cette annexe 2 sous forme de 3 fichiers Excel.

Annexe 3

Analyse des méthodes ACV orientées dommages

1 fichier Powerpoint³⁴ est annexé en complément du présent rapport.

Afin de préciser les besoins en travaux de recherche concernant la méthodologie d'ACV, un travail d'analyse des méthodes orientées dommages a été réalisé. Cette analyse consiste en une revue bibliographique des guides ILCD dédiés à l'évaluation de la robustesse, des limites scientifiques, et des besoins de recherche des différentes méthodes de calcul pour chacun des indicateurs de catégorie d'impact [EC 2010a, EC 2010b, EC 2011].

Pour les besoins de la Fondation 2019, seules les méthodes « endpoint » ont été analysées. Toutefois, le même fond documentaire exploitable est disponible pour les indicateurs « midpoint ».

L'analyse porte sur 11 indicateurs endpoint :

- Changement climatique
- Destruction de la couche d'ozone
- Toxicité humaine
- Emissions de particules (inorganiques), effet sur la santé humaine
- Radiation ionisantes, santé humaine
- Formation d'ozone photochimique Eutrophisation
- Acidification
- Eutrophisation
- Ecotoxicité
- Utilisation des sols
- Diminution des ressources

L'analyse spécifie les besoins de recherche, et les classe selon 2 critères : le niveau de priorité (élevée, moyenne, basse) et la charge de travail correspondante (élevée, moyenne, faible, non spécifiée).

Ne sont présentées ci-dessous, à titre d'information, que les conclusions de cette analyse pour chacun des 11 indicateurs endpoint. Notamment, pour voir les méthodes recommandées par l'ILCD, il convient de se reporter au document Powerpoint joint à ce rapport.

³⁴ F2019_analyse des méthodes endpoint_Evea_février2013.pwt (57 pages).

Changement climatique : les besoins de recherches

Priorité haute :

- Améliorer la relation entre émissions de CO₂ (équivalent) et élévation de la température.
- Améliorer et mettre à jour la relation entre élévation de la température et effets sur les écosystèmes.
- Compléter les mécanismes environnementaux pris en compte par les méthodes par l'ajout de nouvelles relations de causes à effet (autre que l'élévation de la température), telles que humidité, précipitations, etc.
- Améliorer la relation entre changement climatique et modification de la production de biomasse et agricole.
- Améliorer la relation entre élévation de la température et impact sur la santé humaine (tels que les nouvelles maladies), tel que réalisé par l'OMS.
- Améliorer la prédiction des scénarios d'adaptation, notamment par la prise en compte de la « théorie culturelle »
- Considérer le stress lié à l'élévation de température pour les humains et pour les écosystèmes.

Change de travail: ++ élevée, + moyenne, ■ non-spécifiée, - faible



© EVEA janvier 2013

7

Destruction de la couche d'ozone : les besoins de recherches

Priorité haute :

- Comprendre s'il est nécessaire de baser les modèles sur des scénarios d'émissions en forte baisse.
- Améliorer la compréhension sur la façon dont les dommages aux écosystèmes (végétation, planctons marins, arctiques et antarctiques) peuvent être intégrés.
- Traduire et approfondir la méthode LIME, et mener des investigations sur d'autres publications qui établissent un lien entre épaisseur de la couche d'ozone stratosphérique et effets sur les écosystèmes et les cultures.

Change de travail: ++ élevée, + moyenne, ■ non-spécifiée, - faible



© EVEA janvier 2013

12

Toxicité humaine : les besoins de recherches (1/2)

Priorité haute :

- ++ Développer des facteurs permettant de prendre en compte les émissions intérieures (y compris celles en conditions de travail).
- ++ Développer des facteurs permettant une meilleure modélisation des métaux (spécification des paramètres : devenir, exposition, effets).
- + Développer des facteurs pour les pesticides et les autres intrants chimiques de l'agriculture (avec notamment un focus sur l'exposition associée aux résidus de culture).
- Analyser les incertitudes et fournir des recommandations pour une utilisation simplifiée en ACV basée sur des analogies par familles de substances.
- Éditer des méthodes simples pour combler les lacunes des données sur la base des similitudes des paramètres physico-chimiques.
- Analyser les distinctions spatiales et temporelles nécessaires pour réduire les incertitudes, par exemple en se basant sur des groupes d'émissions et de produits chimiques similaires.

Charge de travail: ++ élevée, + moyenne, ■ non-spécifiée, - faible



© EVEA janvier 2013

17

Toxicité humaine : les besoins de recherches (2/2)

Priorité moyenne :

- ++ Améliorer les modèles d'exposition humaine
- Identifier les cas où la différenciation spatiale et temporelle est importante

Priorité basse :

- Inclure les voies d'exposition cutanée (notamment pour les cosmétiques et les nanoparticules)
- Améliorer le modèle endpoint pour les effets non-cancérogènes

Charge de travail: ++ élevée, + moyenne, ■ non-spécifiée, - faible



© EVEA janvier 2013

18

Émission de particules (inorganiques) /effets respiratoires : les besoins de recherches

Priorité haute :

- ++ Différencier les facteurs en fonction des sources et de la taille des particules (diesel, gasoil, charbon, etc.).
- + Modéliser les facteurs tenant compte de la surface et du nombre plutôt que des facteurs uniquement basés sur la masse.
- + Développer un modèle de différenciation spatiale des risques et des expositions pour améliorer la prise en compte des émissions dans d'autres types d'environnement (océans, etc.).
- Inclure le NH_4^+ comme émission secondaire provenant des émissions de NH_3 , notamment au niveau des pratiques agricoles.
- Évaluer en quoi les bronchites chroniques sont des effets endpoint importants et quel est leur facteur de gravité.

Priorité moyenne :

- + Modéliser l'exposition pour prendre en compte l'évolution de la distribution de la taille des particules
- + Modéliser les CF pour des tailles inférieures à $2,5 \mu\text{m}$
- + Étudier la possibilité d'utiliser le model EcoSense pour couvrir les impacts respiratoires inorganiques



© EVEA janvier 2013

23

Change de travail: ++ élevée, + moyenne, ■ non-spécifiée, - faible

Radiations ionisantes, santé humaine : les besoins de recherches

Priorité haute :

- ++ Étendre le nombre de radionucléides pris en compte (santé humaine et écosystèmes).
- + prendre en compte les émissions intérieures de radon (de la même façon que pour l'exposition extérieure).
- Améliorer le modèle exposition-risque développé par USEtox pour les radiations ionisantes, aussi bien pour la toxicité humaines que pour l'écotoxicité.

Priorité moyenne :

- ++ Inclure les environnements terrestre et marin dans la prise en compte des dommages sur les écosystèmes.
- ++ Prendre en compte le stockage souterrain des déchets nucléaires.
- Mettre à jour les statistiques DALY de 1990 sur la base des données OMS de 2002.

Priorité basse :

- ++ Développer les modèles endpoint pour les écosystèmes, incluant notamment les recherches sur les effets à long termes sur le génome.



© EVEA janvier 2013

27

Change de travail: ++ élevée, + moyenne, ■ non-spécifiée, - faible

Formation d'ozone photochimique : les besoins de recherches

Priorité haute :

- ++ Étendre le modèle ReCiPe pour prendre en compte les impacts sur la végétation (en combinant le modèle LOTOS-EUROS des données de sensibilité et de distribution de la végétation en Europe).
- Considérer les dernières mises à jour du modèle EcoSense (capacités à prendre en compte les différenciations géographiques et génériques de la formation d'ozone photochimique sur la santé humaine et les cultures).
- Interroger le modèle consistant à ne prendre en compte que les effets aigus mortels.
- Intégrer le modèle LOTOS-EUROS et améliorer les modèles (notamment par l'introduction de seuils dans les relations doses-réponses).
- Étudier l'importance relative des émissions de particules et de la formation d'ozone photochimique

Priorité moyenne :

- ++ les modèles recommandés doivent être adaptés aux autres continents

Change de travail: ++ élevée, + moyenne, ■ non-spécifiée, - faible



© EVEA janvier 2013

32

Acidification : les besoins de recherches

Priorité haute :

- + Définir un jeu de FC (midpoint) par défaut ou spécifiés par régions/continents.
- /+ Définir des facteurs spécifiques pour le SO₃, NO et NO₂.
- Quantifier les incertitudes et la variabilité.

Priorité moyenne :

- ++ Déterminer le lien entre les calculs midpoint d'Accumulated Exceedance et l'évaluation endpoint
- ++ Étudier la nécessité d'aborder les émissions dans l'eau
- ++ Prendre en compte l'acidification des océans et des rivières causée par les émissions de CO₂ atmosphériques
- ++ Étudier l'importance de négliger les aires sous le seuil critique
- ++ Étudier les effets de l'acidification sur le changement climatique
- Développer des facteurs de caractérisation pour les différents acides (HCl, acétique et formique)

Change de travail: ++ élevée, + moyenne, ■ non-spécifiée, - faible



© EVEA janvier 2013

37

Eutrophisation : les besoins de recherches

Priorité haute :

- ++ Développer un modèle capable d'évaluer les effets terrestres, marins, et aquatiques de manière consistante et intégrée au niveau régional et global.
- ++ Étudier l'approche dommage proposée par Payet (2006) sur les systèmes eaux douces et comparer avec celle de ReCiPe pour développer un modèle basé sur une plus large base de données européenne.
- + Développer un modèle orienté dommage qui relie l'augmentation des concentrations de nutriments et les dommages causés à la biodiversité marine au niveaux régionaux et globaux.

Priorité moyenne :

- Quantifier les incertitudes et variabilité des modèles.

Charge de travail: ++ élevée, + moyenne, ■ non-spécifiée, - faible



© EVEA janvier 2013

42

Écotoxicité : les besoins de recherches

Priorité haute :

- Fournir un cadre et des méthodes pour estimer l'incertitude.
- Développer une approche pour combler les lacunes sur les données.
- Identifier quand il est nécessaire d'avoir des distinctions spatiales et temporelles.
- Inclure le facteur de biodisponibilité, et considérer les changements possibles dus aux effets à long termes des processus géochimiques et géologiques des sols.
- Considérer la bioamplification et à son importance relative.
- Prendre en compte les effets chimiques écologiques indirects sur la chaîne alimentaire.
- Compléter les modèles de calcul avec des données de terrain sur les changements et sur la diversité des espèces et développer les méthodes endpoint.

Priorité moyenne :

- ++ Développer les modèles de prise en compte de l'écotoxicité terrestre et marine
- Prendre en compte les effets des métabolites
- Développer les facteurs de caractérisation des métaux (zinc en particulier)

Charge de travail: ++ élevée, + moyenne, ■ non-spécifiée, - faible



© EVEA janvier 2013

47

Utilisation des sols : les besoins de recherches

Priorité haute :

- ++ Inclure des facteurs de caractérisation régionalisés.
- ++ Continuer les travaux sur les impacts de qualité des sols.
- ++ Inclure les effets du changement climatique.
- Tester les méthodes considérées comme trop immatures (ReCiPe).

Priorité moyenne :

- ++ Inclure les impacts de la transformation primaire.
- ++ Inclure les différents types d'utilisation significatifs.
- Inclure les éléments et travaux de Kolner (2008).
- Renseigner les incertitudes.

Priorité basse :

- Inclure une description claire des incertitudes des données.
- Soumettre les travaux à un processus de revue critique.

Change de travail: ++ élevée, + moyenne, ■ non-spécifiée, - faible



© EVEA janvier 2013

52

Diminution des ressources : les besoins de recherches

Priorité haute :

- ++ Clarifier quelles sont les problématiques environnementales liées à la diminution des ressources (quels impacts doivent être développés ?)
- ++ Etablir un classement de priorité avec les parties prenantes pour spécifier quelles ressources sont jugées prioritaires pour la société.
- ++ Développer des modèles pour l'évaluation de la diminution des ressources biotiques et des espèces (niveaux midpoint et endpoint).
- ++ Investiguer et développer des modèles pour la diminution des ressources pour les pays en voie de développement.

Priorité moyenne :

- ++ Faire une revue critique de la méthode RECIPE et développer des améliorations pour les limites identifiées.
- ++ Développer un modèle d'évaluation pour la consommation d'eau douce et les impacts associés.
- Pour la méthode sur l'exergy, valider les principaux choix méthodologiques.

Change de travail: ++ élevée, + moyenne, ■ non-spécifiée, - faible



© EVEA janvier 2013

57