

MONÉTISATION DE L'ENVIRONNEMENT FACE AUX COÛTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

ENVIRONMENTAL MONETIZATION TOWARDS THE CLIMATE CHANGE COSTS

MONETARIZAÇÃO AMBIENTAL FRENTE AOS CUSTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

GRACE LADEIRA GARBACCIO

<https://orcid.org/0000-0002-0658-9472> / <http://lattes.cnpq.br/4891035484304681> / glgarbaccio@hotmail.com
*Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP).
Brasília, DF.*

JULIEN PRIEUR

<https://orcid.org/0000-0001-8768-7914> / julien.prieur72@gmail.com
*Université Paris-1 e Paris-13.
Paris, França.*

RONALDO PEREIRA SANTOS

<https://orcid.org/0000-0002-9320-9705> / <http://lattes.cnpq.br/0020375043325408> / psantos.ronaldo@gmail.com
*Universidade Federal do Amazonas.
Manaus, AM.*

RÉSUMÉ

Les modèles économiques utilisés pour appréhender les coûts-avantages de la question du changement climatique reposent sur des modèles de transition des activités à faible émission de carbone. Dans ce contexte, les sources d'énergie alternatives et l'utilisation stratégique de la biodiversité, ainsi que leur nécessaire bioprospection, sont mises en évidence. La monétisation des ressources environnementales dépeint la valeur des biens environnementaux en termes monétaires et peut être un excellent outil de gestion lors de la prise en compte des coûts du changement climatique. Cet article appréhende les bases générales des coûts économiques des effets du changement climatique au tour de la monétisation des ressources naturelles, et notamment la biodiversité et la biomasse. La méthodologie de recherche qualitative et quantitative utilisée, qui repose sur l'analyse de références d'articles, d'études bibliographiques, permet également de s'appuyer sur des données descriptives et analytiques et d'observer une comparaison de la législation concernée.

Mots-clés: bioprospection; changements climatiques; monétisation de l'environnement; projection intelligente de l'environnement.

ABSTRACT

The economic models used to discuss the cost-benefit ratio of the climate changes are based on transition models of low carbon activities. In this context, the sources of alternative energy and the strategic use of biodiversity, as well as their necessary bioprospection, are put on evidence. The monetisation of environmental resources depict the value of environmental goods in monetary terms and may be an excellent management tool for contabilizing costs of climate change. This article discuss the general basis of the economic costs of the climate changes among the monetisation of natural resources, particularly biodiversity and biomass. Qualitative and quantitative research methods utilized, based on the analysis of article's references and bibliographical studies allow the research to rely on descriptive and analytic data, and also to observe a comparison of the applicable law.

Keywords: bioprospection; environmental monetization; climate changes; intelligent projection of the environment.

RESUMO

Os modelos econômicos usados para discutir os custos-benefícios do enfartamento das mudanças do clima estão baseados em modelos de transição de atividades de baixo carbono. Neste contexto, ganha relevo as fontes energéticas alternativas e o uso estratégico das biodiversidades, e a sua necessária bioprospeção. A monetarização dos recursos ambientais retrata o valor que tem os bens ambientais em termos monetários e pode ser uma grande ferramenta de gestão quando da contabilização dos custos no enfartamento das mudanças do clima. Este artigo discute as bases gerais dos custos econômicos dos efeitos das mudanças climáticas em torno da monetarização dos recursos naturais, em especial da biodiversidade e biomassa. A metodologia de pesquisa qualitativa e quantitativa, utilizada neste artigo, baseia-se na análise de referências de artigos, estudos bibliográficos, dados descritivos e analíticos da literatura e uma comparação da legislação pertinente.

Palavras-chave: bioprospeção; monetarização do meio ambiente; mudanças climáticas; projeção inteligente do meio ambiente.

SUMÁRIO

INTRODUCTION; 1. LA MONÉTISATION DE L'ENVIRONNEMENT; 1.1 La bioprospection appliquée aux changements climatiques; 1.1.1 L'ajustement anticipé comme un produit de minimisation du coût global de protection; 1.1.2 L'efficacité économique ; 2 LA PROJECTION INTELLIGENTE DE L'ENVIRONNEMENT (« INTELLIGENT DESIGN »); 2.1 La présence d'une sub économie ?; 2.2 La rareté comme moteur de l'efficacité productive; 3 LA VALEUR ECONOMIQUE DU « VERT » ET DU CLIMAT: APPROCHE GENERALE; CONCLUSION; BIBLIOGRAPHIE.

INTRODUCTION

Les changements climatiques ont entraîné des attermolements juridiques (protocoles et conventions internationaux, avec des répercussions sur les lois nationales), les mêmes hésitations se produisant dans le domaine économique, entre autres, avec le soi-disant «marché du carbone» mis sur orbite avec le Protocole de Kyoto (1997), ratifié et internalisé dans le droit interne brésilien¹. Les efforts portent essentiellement sur l'équilibre croissance économique et développement durable, en vue de réduire les gaz à effet de serre (GES)²³.

¹ LAUTENSCHLAGER, Lauren; VARELLA, Marcelo Dias. A influência dos tratados ambientais multilaterais relativos ao clima na efetividade do direito ambiental no Brasil. *Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM*, Santa Maria, RS, v. 13, n. 2, p. 722-753, 2018. ISSN 1981-3694. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1981369423288>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/30027/pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

² NEWELL, Richard G; PIZER, William A; RAIMI, Daniel. Carbon Markets: Past, Present, and Future. *Annual Review of Resource Economics*, [s. l.], v. 6, p. 191-21, nov. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100913-012655>. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev-resource-100913-012655>. Acesso em: 24 abr. 2020.

³ GODOY, Sara Gurfinkel Marques de; SAES, Maria Sylvia Macchione. Cap-and-trade e projetos de redução de emissões: comparativo entre mercados de carbono, evolução e desenvolvimento. *Ambiente e Sociedade*, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 135-154, mar. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809->

Mais cela ne s'est pas arrêté à Kyoto car plusieurs outils et mécanismes économiques sont devenus partie intégrante des accords et se sont progressivement insérés dans les marchés traditionnels mondiaux. On peut citer entre autres, des facteurs liés aux nouvelles matrices énergétiques, aux nouveaux investissements dans les entreprises, ou au sein des gouvernements nationaux afin d'atteindre leurs objectifs de réduction des émissions.

On observe également qu'aucun accord sur le climat n'a été conclu sans discuter du financement des changements à effectuer, qui repose sur le principe universel en matière d'économie environnementale, du pollueur-payeur. Bien que porté par les Nations-Unies, ce concept relève néanmoins du «monde occidental». Il signifie qu'il appartient au pollueur de supporter les coûts des mesures préventives et/ou appropriées en vue de l'élimination ou de la neutralisation des dommages environnementaux sous sa responsabilité⁴. Ainsi, derrière les négociations qui aboutissent à l'émergence de traités ou accords sur le changement climatique, se trouve une somme considérable de calculs économiques savants, permettant d'apporter une contribution importante à la gestion des ressources naturelles.

En réalité, cette influence se produit également en matière d'environnement dans le cadre réglementaire brésilien. Par exemple, notre législation en la matière a adopté plusieurs outils issus de concepts économiques : que ce soit le principe pollueur-payeur lui-même, le paiement de l'utilisation de l'eau, ou les licences environnementales et les commandes publiques. Ces éléments reposent sur des mesures de contrôle, sur l'évaluation de l'impact environnemental, et sont presque tous considérés comme un moyen de contenir ou de contrôler les externalités négatives⁵.

Dans cette ligne de pensée, les discussions sur le coût économique du changement climatique se développent encore plus : «La lutte contre les changements climatiques, selon

4422ASOC795V1812015en. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2015000100009&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 3 abr. 2020.

⁴ WEHBE, Claudia da Costa Martinelli. A obrigação de financiamento na convenção climática. In: SEROA DA MOTTA, Ronaldo; HARGRAVE, Jorge; LUEDEMANN, Gustavo; GUTIERREZ, Maria Bernadete Sarmiento (Eds.). **Mudança do Clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**. Brasília: IPEA, 2011. p. 389-402. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3162/1/Mudan%C3%A7a%20do%20clima%20no%20Brasil...pdf>. Acesso em: 3 fev. 2022. p. 390.

⁵ DE OLIVEIRA, Hugo Santos. **Políticas ambientais sustentáveis de comando e controle e a eficácia dos instrumentos econômicos**. Frutal-MG: Prospectiva, 2016. 117 p. Disponível em: <https://www.aacademica.org/editora.prospectiva.oficial/16.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2020.

toutes les études, impliquera des moyens importants à la fois en termes d'atténuation et d'adaptation; donc, le débat a été centré sur la trajectoire temporelle de ces actions»⁶.

Le débat, en général, porte sur ce qui sera dépensé pour s'adapter aux effets catastrophiques qui nous attendent⁷. Combien sera dépensé par exemple pour l'«atténuation» c'est-à-dire la réduction des émissions ? De combien de nouveaux services qui en découlent pourra t'on profiter ? Les modèles économiques utilisés reposent sur des activités «bas carbone», c'est-à-dire le rapport coût-bénéfice de l'utilisation des sources ayant la plus faible puissance d'impact atmosphérique en termes d'émissions^{8 9}. Dans le même ordre d'idée on peut mentionner la récente proposition progressiste intitulée «New Green Deal» aux États-Unis. D'ailleurs il existe déjà des données scientifiques qui montrent que le secteur financier mondial va souffrir, comme initialement mentionné dans le Rapport Stern et confirmé ensuite dans une étude plus récente^{10 11}.

Dans le cas brésilien, bien que la Politique nationale sur le changement climatique met en exergue une économie sobre en carbone, avec l'objectif de réduction volontaire qui oscille entre 36% et 38% (art. 12 de la loi 12 197/2009¹²), les coûts et les implications économiques de

⁶ SEROA DA MOTTA, Ronaldo; HARGRAVE, Jorge; LUEDEMANN, Gustavo. Análise dos Custos-Benefícios das mudanças climáticas. In: SEROA DA MOTTA, Ronaldo; HARGRAVE, Jorge; LUEDEMANN, Gustavo; GUTIERREZ, Maria Bernadete Sarmiento (Eds.). **Mudança do Clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**. Brasília: IPEA, 2011. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3162/1/Mudan%C3%A7a%20do%20clima%20no%20Brasil....pdf>. Acesso em: 3 fev. 2022. p. 317.

⁷ NARAIN, Urvashi; MARGULIS, Sergio; ESSAM, Timothy. Estimating costs of adaptation to climate change. **Climate Policy**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 1001-1019, 23 maio 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/14693062.2011.582387>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14693062.2011.582387>. Acesso em: 24 abr. 2020.

⁸ BERDENS, Göran; HANSSON, Julia. Bioenergy expansion in the EU: Cost-effective climate change mitigation, employment creation and reduced dependency on imported fuels. **Energy Policy**, v 35, n. 12, p. 5965-5979, dez. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.08.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421507003539>. Acesso em: 11 abr. 2020.

⁹ SEROA DA MOTTA, Ronaldo; HARGRAVE, Jorge; LUEDEMANN, Gustavo. Análise dos Custos-Benefícios das mudanças climáticas. In: SEROA DA MOTTA, Ronaldo; HARGRAVE, Jorge; LUEDEMANN, Gustavo; GUTIERREZ, Maria Bernadete Sarmiento (Eds.). **Mudança do Clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**. Brasília: IPEA, 2011. p. 315-332. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3162/1/Mudan%C3%A7a%20do%20clima%20no%20Brasil....pdf>. Acesso em: 3 fev. 2022.

¹⁰ STERN, Nicholas. **The Economics of Climate Change: The Stern Review**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.

¹¹ LAMPERTI, Francesco; BOSETI, Valentina; ROVENTINI, Andrea; TAVONI, Massino. The public costs of climate-induced financial instability. **Nature Climate Change**, [s. l.], n. 9, 829-833, 29 out. 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41558-019-0607-5>. Acesso em: 14 abr. 2020.

¹² BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, Poder Executivo, 30 dez. 2009, Edição extra. p. 109. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 24 abr. 2020.

cette transition énergétique sont encore peu explorées voire inexactes. Selon un rapport du Sénat fédéral lui-même, on sait d'ores et déjà que de tels objectifs ne seront pas atteints¹³, car il y a une déconnexion avec la réalité de l'économie nationale, avec sa matrice énergétique, mais également avec le budget public dédié.

En outre, pour le Brésil, deux autres questions sont essentielles. Tout d'abord, le résultat de l'importance des ressources génétiques, à tel point que les spécialistes placent comme un élément fondamental dans leur proposition de réduire les émissions, la protection des forêts et de leur biodiversité dans le cadre contributions déterminées au niveau national (CND)¹⁴. Et, deuxièmement, la vaste matrice énergétique brésilienne, qui n'est en réalité pas seulement le grand réseau hydrographique proposé pour l'énergie électrique mais aussi l'importance de la biomasse et d'autres types de sources. En d'autres termes, la valeur de notre patrimoine naturel et de notre biodiversité doit être prise en compte.

Pour cette raison, la monétisation¹⁵ des ressources environnementales prend une importance particulière. A la fois en tant que l'un des principaux outils économiques de gestion des ressources environnementales et à la fois utilisé pour la gestion de la prise de décision¹⁶. Cette monétisation scientifique peut être également utile lors de la prise en compte des coûts externes du changement climatique.

La valeur économique de la nature ou des ressources naturelles est maintenant connue comme la somme de l'utilisation directe et indirecte¹⁷, mais elle suscite toujours de grands débats académiques quant à la meilleure méthode pour arriver aux valeurs acceptées par le marché. Malgré cela, on trouve de bonnes références scientifiques sur la façon d'arriver à ces chiffres ainsi que des estimations de certains éléments de nos ressources génétiques. Il convient de citer une des études les plus importantes, à savoir le rapport «L'économie des écosystèmes et

¹³ BRASIL. *Avaliação da Política Nacional sobre Mudança do Clima. Relatório Consolidado*. Comissão de Meio Ambiente - CMA. Senado Federal. Brasília-DF. 2019. Disponível em: <http://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento/download/be24ff00-0608-4f8b-9d57-804c33097882>. Acesso em: 10 abr. 2020. p. 5.

¹⁴ BRASIL. *Contribuições Nacionalmente Determinadas - CND*. MMA/ITAMARATY. 2015. 10 p.

¹⁵ La science économique hésite encore dans le sens donné au concept de monétisation. On dira que l'évaluation, la monétisation ou la tarification sont interchangeables.

¹⁶ FREEMAN III, A. Myrick; HERRIGES, Joseph A.; KLING, Catherine L. *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. Washington, DC: RFF Press, 2014. 3. ed. p. 02.

¹⁷ SEROA DA MOTTA, Ronaldo. Valoração e precificação dos recursos ambientais para uma economia verde. *Política Ambiental*, Belo Horizonte, n. 8, p. 79-190, jun. 2011. Disponível em: https://www.conservation.org/docs/default-source/brasil/politica_ambiental_08_portugues.pdf. Acesso em: 3 fev. 2022.

de la biodiversité» (TEEB)¹⁸, qui propose une analyse des coûts des écosystèmes et de la biodiversité à l'échelle mondiale à l'aide d'instruments économiques ad hoc.

Cet article appréhende de manière fine les bases générales des coûts économiques des effets du changement climatique, en se concentrant sur le rôle de la monétisation des ressources naturelles, en particulier de la biodiversité et la biomasse. Il a pour toile de fond certains aspects généraux de la conception intelligente et de l'efficacité productive de la prospection biologique. Pour cela, la recherche qualitative et quantitative a été utilisée comme référence méthodologique, à travers des données descriptives et analytiques issues de la science ainsi qu'une comparaison de la législation pertinente.

1 LA MONÉTISATION DE L'ENVIRONNEMENT

Les ingénieurs économistes et les éco-énergéticiens sont en désaccord sur un certain nombre de points - notamment sur la façon exacte de mesurer l'énergie - mais ils s'accordent pour prôner le remplacement de la monnaie par l'énergie comme étalon de valeurs. Parmi les ingénieurs économistes qui sont allés le plus loin dans cette direction figurent les membres du Mouvement de la technocratie.

Fondée en 1920 par Scott, cette école de pensée s'enracina en Amérique du Nord durant l'entre-deux guerres. Leur objectif est aussi simple que radical : éliminer le système des prix et la monnaie, perçus comme dangereux pour l'équilibre économique et le plein-emploi, et les remplacer par un système d'évaluation énergétique et des coupons d'énergie. Bien que le Mouvement de la technocratie ait perdu progressivement de sa force après la deuxième guerre mondiale, l'idée de substituer l'évaluation énergétique monétaire est restée un thème récurrent parmi les ingénieurs économistes.¹⁹

L'énergétique écologique remonte à Alfred James Lotka. En 1922, Lotka a introduit le principe d'optimisation du potentiel d'énergie, principe propre aux systèmes ouverts et vivants fonctionnant en état de déséquilibre. La lutte pour la vie est une lutte pour l'énergie disponible. «Le principe d'optimisation du potentiel d'énergie établit que parmi les systèmes en

¹⁸ THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY. *Mainstreaming the economics of nature: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB.* [S. l.: s. n.], 2010. 39 p. Disponible en: <http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Synthesis%20report/TEEB%20Synthesis%20Report%202010.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

¹⁹ BERNDT (1985) et KABERGER (1991) cité par FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. *Economie des ressources naturelles et de l'environnement.* Paris: Armand Colin, 1995. p. 283-284.

compétition, ceux qui «survivent» sont ceux qui développent des formes capables d'optimiser les flux d'énergie disponible »²⁰. Sur la base de cette hypothèse, un taux optimum de transformation énergétique peut être calculé pour les systèmes socio-économiques.

Les éco-énergéticiens, en particulier Odum²¹, rejettent la monnaie en tant que mesure de la valeur au profit de l'énergie qui, pour eux, est une mesure dépourvue d'ambiguïté et invariable. Or les tentatives de substituer l'énergie à la monnaie révèlent une méconnaissance de la nature, des propriétés et des fonctions de l'une comme de l'autre.

Comme expriment Sylvie Faucheux et Jean-François Noël : «la propriété la plus importante de la monnaie est la sécurité nominale (elle est interchangeable sans perte de valeur nominale)»²². Le transfert avec sécurité nominale n'est évidemment pas applicable à l'énergie. Une seconde caractéristique de la monnaie provient de la manière dont elle est créée, et de ce qui en est la contrepartie tangible. L'énergie n'est jamais «créée», à proprement parler, mais toujours convertie. La troisième propriété de la monnaie est liée à l'existence du taux d'intérêt. Le fait que le taux d'intérêt significatif demeure le taux d'intérêt monétaire confirme encore l'incapacité de l'énergie à fournir la base d'un taux d'intérêt économique. Les limites ainsi décrites sont suffisantes pour suggérer que la monnaie possède un certain nombre de propriétés uniques que l'énergie n'a pas. En conséquence, les conceptions qui prônent la substitution de l'énergie à la monnaie sont de ce fait inacceptables.

Au début, nous avons pensé à la possibilité de substituer l'énergie à la monnaie comme mesure de la valeur, vu que la problématique énergétique mondiale nous amène à une survalorisation de cet élément. Cependant, en fonction des caractéristiques susmentionnées, la monnaie doit encore constituer le critère de valeur²³.

²⁰ FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. **Economie des ressources naturelles et de l'environnement**. Paris: Armand Colin, 1995. p. 284.

²¹ Howard ODUM, le père de l'éco énergétique moderne, après 1950 adopte le principe « d'optimisation du potentiel d'énergie » de LOTKA et tente de l'étendre et de le codifier en tant que quatrième loi de la thermodynamique. « ODUM a défini une procédure d'évaluation énergétique qu'il qualifie d'énergie incorporée (embodied energy) et par la suite « eMergie », c'est-à-dire l'énergie contenue définie comme moyen de mesurer l'impact cumulatif des énergies successives : [...] l'évaluation eMergétique mesure la qualité d'une énergie spécifique au moyen de sa transformation solaire. La transformation solaire est le montant d'énergie solaire requis pour produire un équivalent joule d'un autre type d'énergie ». H.T. ODUM cité par FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. **Economie des ressources naturelles et de l'environnement**. Paris: Armand Colin, 1995. p. 284. L'objectif était d'étudier l'interaction entre la nature et les systèmes socio-économiques en termes de flux énergétiques.

²² FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. **Economie des ressources naturelles et de l'environnement**. Paris: Armand Colin, 1995. p. 285.

²³ Il y a d'autres théories qui présentent l'utilisation d'autres éléments comme mesure de la valeur. Serge PODOLINSKI (1883), le théoricien de la valeur énergie, a été le premier à tenter de combiner le concept de travail comme source et comme mesure de la valeur et celui d'une substance énergétique de la valeur.

L'évaluation énergétique peut être un moyen de déterminer les indicateurs de durabilité. Selon la 2^{ème} loi de la thermodynamique, le processus économique est considéré comme une transformation continue de la base entropie vers la haute entropie contenue dans les déchets ultimes. Ceci signifie que toute l'énergie utilisée par le système économique pour la production réapparaît inévitablement après la production sous une forme dégradée (fumée, cendre, ordures, etc.), c'est-à-dire en tant que pollution.

Comme le présentent Sylvie Faucheux et Jean-François Noël,

l'énergie est un bien fondamental idéal, puisqu'elle est indispensable à la production de tout autre bien. Le contenu énergétique d'un bien n'est pas mis en avant en tant que fondement de la valeur (comme dans l'approche de Marx), mais plutôt en tant que coût total de production en termes énergétiques. R. Costanza, Clevelandou Peet considèrent qu'une théorie de la valeur reposant sur l'énergie incorporée est « en réalité une théorie de la valeur coût de production dans laquelle tous les coûts sont ramenés à l'énergie solaire nécessaire à la production.²⁴

Cette analyse énergétique input-output nous offre une méthode d'inclusion de l'énergie requise pour produire un bien ou un service. Il s'agit de traduire les coûts dans leur valeur énergétique. L'objectif de la plupart de ces auteurs lorsqu'ils se penchent sur l'énergie utilisée dans le processus de production n'est pas de construire une nouvelle théorie de la valeur, mais plutôt d'établir un certain nombre d'indicateurs énergétiques afin d'aider la prise de décision en matière de développement durable. L'indicateur peut être utilisé comme guide pour une

Il explique que tous les biens utilisés par l'humanité sont générés en dernière instance par l'énergie solaire et non par le travail, ce dernier ne servant que de moyen de transformation. Sa théorie a subi des critiques : une en particulier provient du désaccord sur la méthode la plus appropriée à la quantification des coûts de travail dans le cadre de l'analyse énergétique. Il peut paraître réductionniste d'exprimer des matières physiques exclusivement en termes énergétiques. Le problème final consiste à donner une valeur énergétique au capital, qui requiert pour sa formation non seulement de l'énergie, mais aussi du travail, des ressources minérales et d'autres ressources naturelles. Une seconde critique provient du fait qu'une théorie énergétique de la valeur, qu'elle soit établie en termes de coûts de matières ou de coûts de production, n'inclut pas comme facteur la demande du consommateur et est calculée indépendamment de toute préférence subjective du consommateur. Une troisième critique des théories énergétiques de la valeur est que la valeur économique inclut la valeur de nombreux autres inputs, dont chacun possède ses propres attributs, son offre disponible, ses utilisations finales et son prix. Un quatrième problème dans la formation de la théorie énergétique de la valeur est le problème épineux de la relation entre les valeurs énergétiques de long terme et les variations de prix à court terme, c'est-à-dire le problème récurrent connu sous le nom de « problème de la transformation ». Pour résumer, il semble que ce n'est pas à partir des techniques énergétiques d'évaluation qu'on pourra proposer une nouvelle approche économique de la valeur.

²⁴ FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. **Economie des ressources naturelles et de l'environnement**. Paris: Armand Colin, 1995. p. 289.

politique visant à limiter à la fois la consommation énergétique (en particulier d'énergies fossiles) et les émissions de gaz carbonique incriminées dans l'accroissement de l'effet de serre. Selon Sylvie Faucheux et Jean-François Noël,

on peut ainsi montrer qu'un système de taxes fondé sur le potentiel optimum d'économies d'énergie serait plus efficace en termes de protection environnementale et plus équitable qu'une taxe progressive sur le contenu en carbone, la consommation énergétique ou une combinaison des deux. L'avantage majeur est que les industries qui sont structurellement de grandes consommatrices d'énergie ne seraient pas trop fortement taxées si elles pouvaient prouver que leur consommation énergétique a baissé d'un montant appréciable par application de la meilleure technologie disponible. Une taxe fondée sur ce type d'indicateur pénalise seulement les gaspillages énergétiques, ce qui peut par ailleurs sembler en conformité avec le principe pollueur payeur.²⁵

1.1 La bioprospection appliquée aux changements climatiques

La bioprospection est l'activité qui vise à identifier les composants du patrimoine génétique et des informations sur les connaissances traditionnelles associées, à grand potentiel commercial. Il s'agit d'une activité très développée, par rapport à l'industrie lourde, dans le domaine de la production de médicaments que dans l'industrie lourde, par exemple. Définie comme la méthode ou la forme de localiser, d'évaluer et d'exploiter systématiquement la biodiversité, elle est légalement acceptable et son objectif principal demeure la recherche des ressources naturelles employées à des fins commerciales.

Cette activité doit néanmoins suivre certains principes afin de renforcer sa crédibilité scientifique, politique et économique. Nous pouvons en évoquer quelques-uns, comme le principe de prévention, le principe de préservation - dans le sens de l'implémentation des actions réversibles et qui n'épuisent pas les ressources naturelles exploitées - le principe d'équité, où les bénéfices doivent être partagés de manière équilibrée, le principe de la participation publique, le principe de la publicité et de la transparence.

Pour la réalisation de certains d'entre eux, il paraît toutefois indispensable d'effectuer un inventaire de la biodiversité. Ce dernier pourra servir de base de données à la situation réelle et aux possibles potentiels exploitables. L'analyse de la bioprospection, toujours attachée aux activités pharmaceutique et chimique, peut également être transférée et intégrer les démarches développées vers l'utilisation de certaines ressources naturelles, comme les algues, pour la

²⁵ FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. **Economie des ressources naturelles et de l'environnement**. Paris: Armand Colin, 1995. p. 294.

fabrication d'énergie vers une production propre face aux changements climatiques. Afin d'éviter un déséquilibre entre l'exploitation de la biomasse comme ressource énergétique (composée de blé, de maïs et de pois) et son utilisation comme ressources alimentaires, il convient de développer des méthodes alternatives de production de biomasse.

Une solution potentielle et encore inexploitée réside dans l'utilisation des algues aquatiques pour la production énergétique. Les chercheurs estiment que les algues se reproduisent 700 fois plus par hectare, comparé à la production de blé traditionnel. Cependant la production de bioéthanol à partir de macro algues comme l'*Ulva lactuca* n'a pas encore fait l'objet d'étude. Il est connu que la croissance de l'*Ulva* est très rapide et qu'elle contient un pourcentage plus élevé d'hydrate de carbone qui est une alternative au blé (substrat utilisé pour la production de bioéthanol). Ainsi, il demeure évident que l'*Ulva* possède un grand potentiel pour la production d'énergie. Cette espèce et d'autres lui étant liées sont trouvées dans la plupart des régions du monde et posent régulièrement des problèmes aux écosystèmes locaux. L'objectif de ce nouveau projet est donc d'acquérir les connaissances et les techniques optimales pour la production et la fermentation de cette biomasse. A partir du développement des plateformes de production de cette algue, ces dernières vont utiliser le CO₂ excédentaire produit par les centrales électriques et l'engrais, ce qui neutralisera la production de CO₂.

Ainsi, les principes de la bioprospection peuvent être déployés vers la protection de cette biodiversité utilisée aux fins énergétiques. Cet ajustement anticipé du développement vers la production écologique, en tenant compte systématiquement de la réversibilité de ses effets, est un facteur de minimisation du coût global de protection face aux changements climatiques.

1.1.1 L'ajustement anticipé comme un produit de minimisation du coût global de protection

Le coût actuel des changements climatiques : avant d'évaluer les conséquences financières du changement climatique, il n'est pas inutile de garder à l'esprit un ordre de grandeur : le PIB mondial atteint environ 35.000 milliards de dollars. Dès maintenant, on est en mesure de chiffrer le coût des dérèglements climatiques enregistrés ces dernières années. Aux Etats-Unis, le coût des événements climatiques toutes causes confondues a atteint 120 milliards de dollars en 2004, et 200 milliards en 2005, dont la majeure partie est représentée par la succession des grands événements cycloniques.²⁶

²⁶ LAFFITE, Pierre; SAUNIER, Claude. Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Les apports de la science et de la technologie au développement durable. Tome I : **Changement climatique et transition énergétique**: dépasser la crise. Enregistré à la Présidence de l'Assemblée le 28 juin 2006. p. 28.

L'Europe n'en a pas été exsangue non plus : les inondations de l'an 2000 en Allemagne ont causé des dommages évalués à près de 9 milliards d'€, la France quant à elle a subi deux événements d'importances majeures (la tempête de 1999 et les inondations de 2002/2003, ou celle de 2012 et de 2018) en sont quelques exemples²⁷. «En France, de 1989 à 2004, les dommages économiques causés par la sécheresse (et en particulier les dégâts cumulatifs sur les bâtiments construits sur des terrains argileux sans fondations adéquates) ont coûté 4 milliards d'euros, dont 1,5 milliard pour la seule canicule de 2003»²⁸.

Au-delà de l'analyse de coût du changement climatique, il est possible de vérifier la fragilité et la vulnérabilité de nos sociétés. Le rapport «Stern Review²⁹», nommé «L'économie du changement climatique» évalue les preuves relatives aux effets économiques du changement climatique adoptant une perspective internationale : le changement climatique est global dans ses causes et dans ses effets et des actions internationales cruciales visent à aboutir à une réponse efficace, efficiente et équitable. Une coopération internationale doit prendre en compte plusieurs domaines : la création des signaux prix et des marchés pour le carbone, la recherche, le développement et le déploiement technologiques et l'adaptation des PED. La seconde partie du rapport étudie la transition vers une économie sans carbone ou moins carbonée et l'adaptation de la société aux effets du changement climatique.

Ce dernier constitue ainsi un défi unique pour l'économie : l'analyse économique doit appréhender en même temps l'horizon à long terme, le risque et l'incertitude, et doit prendre en compte la possibilité d'un changement majeur. Des idées et des techniques, y compris les avancées récentes, provenant de plusieurs domaines, sont les sources du rapport.

Les actions que nous entreprenons aujourd'hui se feront sentir à retardement sur le climat. En effet, ce que nous faisons maintenant ne peut avoir qu'un effet limité sur le climat au cours des quarante ou cinquante prochaines années. En revanche, ce que nous ferons dans les

²⁷ DENEUX, Marcel; MARTIN, Pierre. Rapports de commission d'enquête. **Les inondations de la Somme, établir les causes et les responsabilités de ces crues, évaluer les coûts et prévenir les risques d'inondations (auditions)**. 23 out. 2001. Disponible em: https://www.senat.fr/rap/r01-034-2/r01-034-2_mono.html. Acesso em: 3 fev. 2022.

²⁸ LAFFITE, Pierre; SAUNIER, Claude. Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Les apports de la science et de la technologie au développement durable. Tome I : **Changement climatique et transition énergétique: dépasser la crise**. Enregistré à la Présidence de l'Assemblée le 28 juin 2006. p. 29.

²⁹ STERN, Nicholas. **The Economics of Climate Change: The Stern Review**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.

dix à vingt ans à venir pourra avoir un effet durable sur le climat dans la seconde moitié de ce siècle et au siècle prochain³⁰.

En l'état actuel, nous ne pouvons pas prédire avec une certitude absolue quels seront les effets du changement climatique. Par contre, nous avons assez de connaissances pour en comprendre les risques. Ainsi, nous pouvons atténuer des risques à partir de l'adoption de mesures en direction de la réduction des émissions de GES. Celles-ci doivent être interprétées comme étant un investissement permettant d'éviter des risques majeurs et des conséquences insupportables. Ces mesures seront gérables et pourront alors ouvrir une vaste gamme de possibilités de croissance.

Le coûts économiques des effets du changement climatiques (les coûts et les bénéfices des actions vers la réduction des émissions de GES) sont examinés de trois manières différentes : la première utilise des techniques détaillées (étude des effets physiques du changement climatique sur l'économie, sur la vie humaine et sur l'environnement) et examine les coûts de ressources des technologies et des stratégies diverses en direction de la limitation des émissions de GES; la seconde utilise des modèles économiques, c'est-à-dire des modèles intégrés d'évaluation (estimation des effets économiques du changement climatique) et des modèles macroéconomiques (les coûts et les effets de la transition vers des systèmes énergétiques moins carbonés); et enfin la troisième méthode s'appuie sur des comparaisons du niveau actuel et des trajectoires futures possibles.

De toutes ces perspectives, les réponses apportées par le rapport conduisent à une conclusion : les bénéfices d'une action immédiate dépassent les coûts engendrés et ne pas tenir compte du changement climatique porte préjudice, tôt ou tard, à la croissance économique. Sa maîtrise représente ainsi une stratégie favorable à la croissance pour le plus long terme et le coût sera moindre si nous adoptons le plus en amont possible une action qui vise à en réduire l'impact. C'est cette capacité à anticiper que nous allons appréhender maintenant.

1.1.2 L'efficacité économique

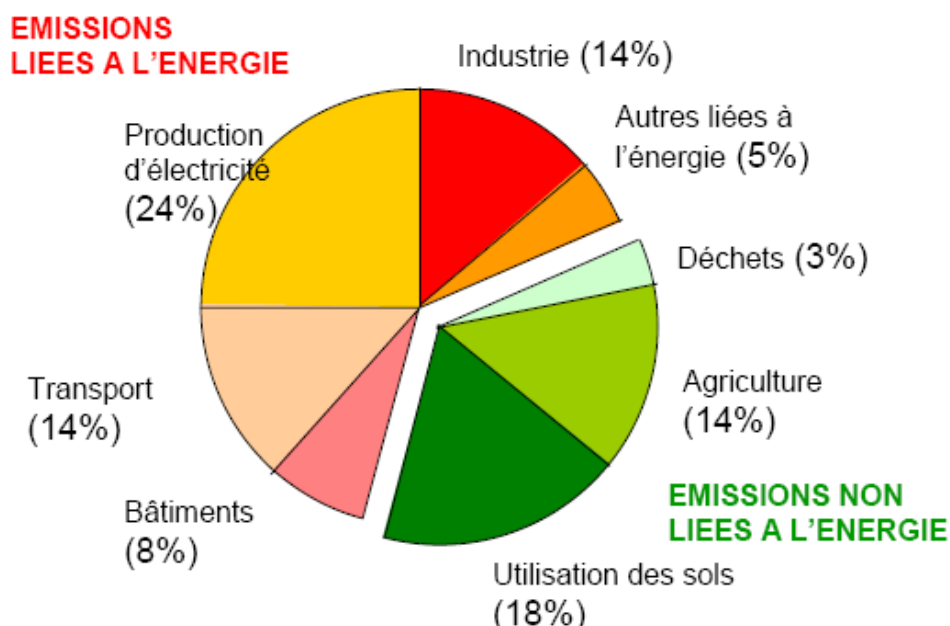
L'économique pertinente ou efficace doit atténuer les risques immédiats et appliquer des mesures qui sont propices à la viabilisation de l'adaptation de la société. Ainsi, toute

³⁰ MINISTÈRE DES EAUX, FORETS, CHASSE & PÊCHE ET DE L'ENVIRONNEMENT. **Programme d'action national d'adaptation (PANA) aux changements climatiques**. République Centrafricaine, maio 2008. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/napa/caf01f.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2022.

inaction («business-as-usual ou BAU») face aux émissions de GES occasionne des risques d'effets graves et irréversibles.

Dans la figure suivante, les émissions liées à l'énergie sont surtout du CO₂. Par contre, les émissions non liées à l'énergie sont surtout du CO₂ provenant de l'utilisation du sol et du non CO₂ provenant de l'agriculture et des déchets.

Illustration 1 - Emissions liées a l'énergie



Source: World Resources Institute (WRI), Climate Analysis Indicators Tool (CAIT).

Si un scénario d'inaction «business-as-usual - BAU³¹» continuait, le stock de GES pourrait atteindre une situation insoutenable. A titre d'illustration, la température actuelle est seulement environ 5°C plus élevée que pendant la dernière période glaciaire. S'il est vrai qu'il reste beaucoup à apprendre sur ces risques, les températures qui pourraient résulter d'un changement climatique incontrôlé mèneraient le monde sur un terrain inconnu.

Inverser la tendance historique en ce qui concerne l'augmentation des émissions de GES et réaliser ces réductions (au minimum) par rapport aux niveaux actuels demeure un défi important à relever. Passer d'une trajectoire hautement carbonée à une trajectoire moins carbonée et optimiser des moyens économiques dans cette direction entraîneront des coûts pour

³¹ En dépit d'un scénario d'inaction « business-as-usual - BAU », les possibles changements des technologies énergétiques, y compris son efficacité, réduiraient le rapport émissions/croissance des revenus.

la planète. Mais il y aura également des opportunités commerciales à mesurer au sein des marchés de biens et de services moins carbonés et à plus haut rendement³².

Après avoir abordé l'étude concentrée de la bioprospection, nous pouvons analyser le second aspect de la monétarisation de l'environnement c'est-à-dire sa projection intelligente.

2 LA PROJETCION INTELLIGENTE DE L'ENVIRONNEMENT (« INTELLIGENT DESIGN »)

«L'intelligent-design» s'oppose au darwinisme car ce concept ne peut pas être scientifique. En effet nous ne pouvons pas expliquer sa finalité par des preuves scientifiques puisque la fin qui n'existe pas encore ne pourrait pas commander ce qui existe. Les finalités vérifiables existent dans le domaine des mécanismes déterministes biologiques en forme de boucle de rétroaction et de programmes physico-chimiques. La métaphysique de « l'intelligent-design » prétend expliquer que le projet intelligent n'est pas observable, ni simulable. Nous n'avons pas l'intention de le présenter comme une contre hypothèse à la théorie de l'évolution : cela implique le refus de la démarche rationnelle et expérimentale scientifique au profit d'un prosélytisme religieux.

L'intelligence économique est surtout un outil concurrentiel. Elle fournit à l'entreprise à partir des moyens d'information existants, la compréhension stricte de son milieu. L'information peut être utilisée pour agir et pour appréhender les stratégies des concurrents : l'entreprise peut anticiper sur les marchés.

Selon d'Henri Martre,

l'intelligence économique consiste en l'ensemble des actions coordonnées de recherche, de traitement et distribution de l'information utile aux acteurs économiques pour permettre l'action positive et la prise de décision. Ceci dépasse les actions partielles désignées sous le nom de documentation, de veille (scientifique et technologique, concurrentielle, financière, juridique et réglementaire) et invite de surcroît à passer d'un traitement individuel de l'information à la gestion de l'information et à un processus d'actions collectives.³³

³² STERN, Nicholas. **The Economics of Climate Change: The Stern Review**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.

³³ MARTRE, Henri. **Intelligence économique et décision**. 1998. Disponível em: http://strategie.free.fr/archives/textes/ie/archives_ie_15.htm. Acesso em: 3 fev. 2022.

Ainsi, la notion d'intelligence économique est un mode de diffusion de l'information qui permet d'anticiper et de se projeter dans le futur, en vue de mettre face à face différents acteurs dans un même secteur d'activités. Liée à l'environnement, l'intelligence économique anticipe les démarches individuelles et collectives à partir de la connaissance des réseaux existants : elle demande une capacité à saisir les variations et les réactions environnementales afin de détecter les facteurs de changement et de réévaluer la stratégie le cas échéant.

Différents types de collecte d'information sont proposés par les entreprises. Nous pouvons citer la prise en compte de toutes les informations scientifiques (les nouveautés juridiques par exemple), des nouvelles évolutions technologiques via les demandes de brevets, les demandes de propriété industrielle, les réactions du marché comme les opérations de fusions acquisitions, etc. Ayant comme fondement cet axe d'anticipation et de projection vers le futur, abordons l'analyse d'une sub-économie potentielle.

2.1 La présence d'une sub économie ?

Malheureusement, les pays et les populations les plus pauvres seront les plus affectés par les impacts du changement climatique, ce qui nuira également à la réduction de la pauvreté. Ses régions sont géographiquement désavantagées : elles sont déjà parmi les plus chaudes et subissent une forte variation du niveau des précipitations; elles sont fortement liées à l'activité agricole et ont des services de santé inadéquats (les taux de maladie et de mortalité peuvent croître).

Ces régions vont subir les effets du réchauffement climatique de plein fouet. Par contre, cela n'exclut en rien d'autres menaces pour les autres pays.

Le changement climatique, face aux vulnérabilités de ces pays, pourrait encore affecter des revenus déjà modestes et limiter leur population. Comme ils ont une grande part d'activité agricole, la baisse de la production pourrait aussi réduire la capacité des ménages à investir dans un avenir meilleur. Le niveau de recette nationale influencera les dépenses publiques, ce qui affectera le déficit des finances publiques.

Plusieurs PED sont déjà confrontés à des difficultés liées au climat actuel. Des reculs pour le développement économique et social sont occasionnés par ces changements, et les risques et les coûts d'adaptation augmentent sous ses effets incontrôlés.

Au-delà de l'augmentation du niveau de température, nous pouvons aussi constater des effets au niveau de l'appauvrissement de l'environnement. Cette situation nous amène donc à la recherche d'une efficacité productive.

2.2 La rareté comme moteur de l'efficacité productive

Selon Thiombiano³⁴, les indicateurs économiques exprimant la rareté sont en général : le prix, la rente de rareté, le coût marginal de prospection et le coût marginal d'extraction. Le prix ne peut pas être utilisé dans la situation des ressources communes, des marchés réglementés et des externalités. De nombreuses ressources indispensables telles que l'air n'ont pas de prix.

David Ricardo commence par poser l'économie de production, d'où le lien immédiat entre coût de production et rareté. «Dans le lien tripolaire entre utilité, rareté et coût de production, le raisonnement en économie d'échange privilégie le lien utilité rareté, le raisonnement en économie productive le lien rareté coût de production»³⁵. Ricardo insiste sur l'idée que la valeur relative ne dépend que du temps de travail nécessaire à la production des deux biens, et pas du tout du salaire, du moins en première approximation.³⁶

La valeur naît uniquement dans la sphère de la production et il n'y a pas de lien entre la productivité du travail et sa rétribution. David Ricardo a essayé de montrer que la faculté d'acquitter des impôts ne dépend ni de la valeur vénale de l'ensemble des marchandises, ni du revenu net en argent des capitalistes et des propriétaires mais de la valeur en argent du revenu de chacun, comparée à la valeur en argent des objets qu'il consomme habituellement. Avec l'accroissement de la richesse nous avons toujours la hausse des rentes, mais aussi des difficultés à maintenir l'accroissement de la population.

Selon Smith (Livre II, chapitre V),

d'ailleurs, dans la culture de la terre, la nature travaille conjointement avec l'homme; et quoique le travail de la nature n'engendre aucune dépense, ce qu'il produit n'en a pas moins sa valeur, aussi bien que ce que produisent les ouvriers les plus chers.³⁷

³⁴ THIOMBIANO, Taladidia. *Economie de l'environnement et des ressources naturelles*. Paris: L'Harmattan, 2004.

³⁵ RICARDO, David. *Des principes de l'économie politique et de l'impôt*. Paris: Science Flammarion, 1971. p.52

³⁶ RICARDO, David. *Des principes de l'économie politique et de l'impôt*. Paris: Science Flammarion, 1971.

³⁷ SMITH, Adam. *La Richesse des Nations*. Livre II. French Edition. Paris: Flammarion, 1999.

On paie la nature pour son travail parce qu'elle produit peu alors que l'on en attend beaucoup. A mesure qu'elle se montre avare de ses dons envers nous, le prix de son utilisation augmente.

En général, le prix naturel du travail fournit aux ouvriers les moyens de vivre et de maintenir leur espèce. Ainsi, l'augmentation du prix naturel est un reflet du progrès de la société.

Dans les faits, l'argent n'a jamais la même valeur d'un pays à l'autre, car cette valeur tient aux impôts, à l'industrie, aux manufactures, aux avantages du climat aux productions naturelles, et à beaucoup d'autres causes qui n'existent jamais au même degré dans deux pays.

La richesse de l'eau augmentera à partir du moment où elle deviendra rare ou exclusive d'un seul individu. Autrement dit elle aura une valeur très importante. Le même raisonnement peut être développé avec l'atmosphère à partir du moment où il deviendra rare.

«La définition courante du développement durable se traduit, dans la plupart des modèles néoclassiques, par le maintien ou la croissance d'un potentiel de bien-être»³⁸. L'auteure insiste sur la non décroissance dans le long terme de l'utilité, du revenu par tête ou de la consommation réelle. Par conséquent, la non décroissance du bien-être par tête constitue l'objectif d'équité inter temporel qu'implique le développement durable³⁹.

Par ailleurs, l'ensemble des ressources naturelles et des services environnementaux sont désormais assimilés à une forme de capital qui fait office d'utilité ou comme facteur de production. Nous avons assisté à l'émergence du concept de capital naturel qui intègre, non seulement les stocks d'énergie et d'actifs minéraux, mais également toutes les ressources renouvelables ou non, telles que les forêts tropicales, la couche d'ozone, le cycle du carbone, l'atmosphère, c'est-à-dire n'importe quel actif naturel fournissant un flux de services écologiques ou économiques au cours du temps.

Comme nous présentent Sylvie Faucheux et Jean-François Noël,

dans les modèles d'inspiration néoclassique, en l'absence de ressources épuisables, l'économie tend naturellement vers un chemin de croissance équilibrée à long terme assurant une allocation optimale de l'ensemble des facteurs de production (plein emploi, pleine utilisation du stock de capital

³⁸ PEZZEY (1989) et MALER (1991) cité par FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. **Economie des ressources naturelles et de l'environnement**. Paris: Armand Colin, 1995. p. 240.

³⁹ Le développement durable faible nous amène à un élargissement de la théorie du capital aux biens et services naturels.

disponible) grâce à plusieurs mécanismes de régulation tels que la flexibilité du coefficient de capital (capital/production).⁴⁰

Ainsi, l'économie sur le long terme peut tendre vers un chemin de croissance équilibrée où toutes les variables augmentent au taux naturel de croissance. L'utilisation d'une ressource épuisable dans la production nationale n'empêchera pas l'atteinte de cette voie.

En effet, même si les ressources naturelles épuisables existent en quantité limitée et même si elles sont essentielles à la production, cette dernière n'est pas nécessairement condamnée à stagner ou à décliner. C'est possible de contrebalancer les effets de l'épuisement de cette ressource à partir de deux phénomènes : le progrès technique et l'accumulation du capital. D'ailleurs, même sans progrès technique, la seule accumulation du capital suffit à compenser les effets de la raréfaction de la ressource épuisable. «Il suffit que la part du produit rémunérant le capital soit plus importante que celle rémunérant la ressource épuisable»⁴¹. Avec un niveau de progrès technique positif, il est possible de trouver les pistes au bout desquelles la production ne décline pas. Le progrès technique peut compenser les effets négatifs sur la croissance de cet épuisement progressif de la ressource.

Joseph Stiglitz, l'initiateur du modèle de trajectoire de croissance optimale, nous démontre qu'il est toujours possible de maintenir un revenu par tête constant, de période en période, même en présence d'une ressource épuisable, si l'une des trois conditions suivantes est respectée :

l'élasticité de substitution entre ressources naturelles et capital et/ou travail est constante et supérieure à l'unité ; ou elle est constante et égale à l'unité et la part du produit rémunérant le capital est plus importante que celle rémunérant la ressource épuisable ; elle n'est pas constante mais il existe un progrès technique positif permettant de restreindre l'usage de la ressource, ce qui revient à considérer que le stock de ressources augmente.⁴²

Ces hypothèses et ces résultats principaux se retrouvent dans un contexte de croissance durable avec ressources naturelles et/ou avec pollution, en d'autres termes comprenant l'ensemble du capital naturel tel que nous l'avons défini précédemment. Ceci laisse ouverte la question de savoir s'il est réaliste ou non d'avoir une conception du progrès technologique selon

⁴⁰ FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. *Economie des ressources naturelles et de l'environnement*. Paris: Armand Colin, 1995. p. 242.

⁴¹ FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. *Economie des ressources naturelles et de l'environnement*. Paris: Armand Colin, 1995. p. 248.

⁴² STIGLITZ cité par FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. *Economie des ressources naturelles et de l'environnement*. Paris: Armand Colin, 1995. p. 249-250.

laquelle celui-ci engendre un flux constant de services de consommation finale en dehors de tout flux d'apports de services productifs de la ressource.

Dans cette situation et d'un point de vue intergénérationnel, la consommation et l'utilité seront réparties de manière inéquitable si le progrès technique et la productivité marginale du capital sont limités. Mais la faisabilité de la consommation durable nécessite un degré minimal de progrès technique ou de substituabilité des facteurs (par exemple, la substituabilité d'une certaine ressource naturelle).

Les travaux de Hartwick⁴³ sont censés démontrer que nous disposons de deux moyens pour atténuer les effets de l'épuisement et/ou de la dégradation du capital naturel : l'intervention de l'investissement et le progrès technique. Dans ce dernier, nous utilisons les revenus des propriétaires des stocks (les rentes de rareté), pour investir dans des biens capitaux eux-mêmes durables et permettant une production future. Ce modèle indique qu'il est toujours possible d'investir dans les rentes de rareté issues de l'usage de la ressource épuisable et qu'un tel investissement permet une consommation constante au cours du temps et donc permet d'atteindre le niveau de revenu désirable ; en d'autres termes le niveau de «revenu soutenable». Cette procédure d'investissement est qualifiée de «règle de Hartwick».

Comme l'expliquent Sylvie Faucheux et Jean-François Noël, trois précisions sont à mentionner.

D'abord, la forme précise de la règle varie en fonction des économies considérées. Par ailleurs, cette règle est satisfaite si et seulement si une politique incitative et continue est mise en œuvre de façon délibérée. Enfin, la faisabilité n'est pas garantie et en particulier, le niveau d'investissement imposé par la règle de Hartwick pourrait excéder la production effective. Des auteurs, comme Avinash Dixit, Peter Hammond, Michael Hoel, ont montré que cette règle d'épargne investissement, qui peut être interprétée comme une règle d'équité ou de justice intergénérationnelle, est en fait une propriété assez générale des modèles de marché traitant de l'accumulation du capital.⁴⁴

Ces biens capitaux, dans lesquels il est nécessaire d'investir, n'ont pas besoin d'être des substituts parfaits des services de la ressource épuisable. De tels substituts présenteraient une «backstop technology» et seraient obtenus non pas par un simple investissement, mais par le biais du progrès technologique. En effet, beaucoup d'auteurs conçoivent la période d'usage des ressources épuisables comme une période transitoire avant l'avènement d'une offre illimitée,

⁴³ HARTWICK cité par FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. *Economie des ressources naturelles et de l'environnement*. Paris: Armand Colin, 1995. p. 252.

⁴⁴ FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. *Economie des ressources naturelles et de l'environnement*. Paris: Armand Colin, 1995. p. 252.

comme dans le cas énergétique. Cette énergie de fusion constituerait la «backstop technology» pour le bois, le charbon, le pétrole et l'uranium.

En fait cette «backstop technology» peut être mise en fonctionnement dès que les prix de marché des sources énergétiques classiques croissent suffisamment pour couvrir ses coûts de développement. Elle devient compétitive et, comme elle met en jeu non plus des stocks épuisables mais des flux renouvelables, son prix de marché cesse de s'élever. La production peut alors s'affranchir de sa dépendance à l'égard des ressources énergétiques épuisables et même à l'égard de l'ensemble des ressources épuisables. Et cela, notamment en raison du recyclage des autres matières premières qui devient quasi-total grâce à une énergie devenue inépuisable, grâce à la «backstop technology».

Comme souligne Sylvie Faucheux et Jean-François Noël : «on peut également noter que l'intégration de la pollution, ou celle des variations démographiques dans ce type de modèle, ne modifient pas les principaux résultats»⁴⁵. La pollution peut entrer dans le modèle de diverses façons, soit comme un stock de pollution qui s'accumule (niveau de qualité environnementale), soit comme un flux (taux d'émission). Il peut s'agir d'un sous-produit de la consommation et/ou de la production et elle peut être un argument de la fonction de production ou de la fonction d'utilité ou des deux à la fois. La pollution peut être contrôlée par le choix des processus de production ou encore par le montant des ressources allouées au secteur de la dépollution.

La première analyse reliant l'utilité au stock de ressources a été effectuée par N. Vousden. Il a introduit le stock de ressources pour représenter un «motif de conservation» non spécifié.

Ce motif de conservation réduit le taux d'épuisement du stock de la ressource. La décision concernant le caractère désirable ou non de la consommation de tout le stock de ressources le long du sentier optimal dépend du taux d'actualisation relatif au taux marginal de substitution entre la consommation et les services d'aménité.

Dès que ces derniers dépendent de l'utilité marginale de la consommation dès lors que l'extraction de la ressource tend vers zéro, l'optimalité de la préservation permanente dépend à son tour de la consommation quand l'extraction tend vers zéro. Si l'extraction de la ressource est essentielle pour produire le bien de consommation et si l'utilité marginale de la consommation devient infinie lorsque l'usage de la ressource tend vers zéro, alors la consommation de tout le stock de la ressource devient optimale. S'il existe des sources alternatives de bien de consommation, alors il peut être désirable de

⁴⁵ FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. **Economie des ressources naturelles et de l'environnement**. Paris: Armand Colin, 1995. 253.

préserver en permanence un stock quelconque de la ressource le long du sentier optimal.⁴⁶

Ainsi, si c'est possible d'affirmer qu'il y a une incitation à épuiser une ressource, elle provient du fait que les mêmes forces qui causent la croissance de la consommation accroissent aussi la valeur marginale du produit de la ressource.

Les projections pour la préservation permanente du capital naturel le long d'un sentier optimal sont meilleures s'il y a une limite supérieure à la fois sur la valeur marginale du produit de la consommation et sur la productivité marginale de l'apport en ressource épuisable. Ceci est possible s'il existe une source alternative pour la consommation ou pour la ressource apportée. Les ressources renouvelables et les «backstop technologies» sont les moyens par lesquels un flux positif de consommation peut être maintenu sans un accroissement perpétuel du produit marginal de la ressource. Dans le cas d'une ressource renouvelable, le chemin optimal peut conduire à un état stationnaire avec un stock positif de ressource épuisable et d'aménités préservées. Il est possible qu'une économie riche en capital passe d'un état stationnaire avec un stock positif en ressource alors qu'une économie pauvre en capital épuiserait à la fois ses stocks en capital et en ressource.

Une backstop technology pour la ressource place une limite supérieure sur la productivité marginale de la ressource non renouvelable. Si le produit marginal du capital est plus grand que le taux d'actualisation quand la «backstop technology» devient compétitive en coût, alors une préservation permanente peut s'avérer optimale. Le niveau de l'état stationnaire de la préservation environnementale peut être positivement ou négativement relié au taux d'actualisation, en fonction des parts en produit du capital et de la ressource en tant qu'apport.⁴⁷

La faisabilité de la croissance soutenue de la consommation n'implique pas que la préservation permanente soit optimale.

Un taux d'actualisation élevé peut entraîner l'épuisement des stocks en ressource, la détérioration de l'environnement et le déclin stationnaire de l'économie le long d'un sentier optimal quand on veut soutenir à la fois le niveau de consommation et la qualité de l'environnement. «Le taux d'actualisation peut affecter le portefeuille des actifs, comme la

⁴⁶ VOUSDEN (1973) cité par FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. **Economie des ressources naturelles et de l'environnement**. Paris: Armand Colin, 1995. p. 254.

⁴⁷ KRAUTKRAEMER (1986) cité par FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. **Economie des ressources naturelles et de l'environnement**. Paris: Armand Colin, 1995. p. 255.

taille de l'héritage du futur; il est donc possible qu'un taux d'actualisation plus faible conduise à un épuisement plus rapide du capital naturel»⁴⁸.

On trouve une condition générale du maintien de la consommation par tête, très proche des résultats issus du modèle de Stiglitz⁴⁹ à savoir : les effets positifs du progrès technique et/ou de l'accumulation du capital doivent être supérieurs aux effets négatifs de la pollution, de la croissance de la population et du taux d'actualisation.

3 LA VALEUR ECONOMIQUE DU «VERT» ET DU CLIMAT : APPROCHE GENERALE

Déterminer la valeur économique d'une ressource environnementale, c'est estimer sa valeur monétaire par rapport aux autres biens et services disponibles dans l'économie⁵⁰. Mais alors, comment intégrer un tel concept dans une économie qui utilise encore des biens naturels sans le prendre en compte dans ses calculs ? De la même manière quel rôle la valorisation a-t-elle sur les enjeux des modèles testés dans le cadre des solutions apportées aux changements climatiques ?

Il reste notamment des difficultés techniques pour intégrer la ressource environnementale dans la prise en compte des politiques de croissance économique c'est-à-dire l'internalisation des externalités négatives. Cette inclusion pourrait se produire «(...) sous la forme d'une redevance pour l'utilisation des ressources naturelles ou avec la création de marchés. C'est-à-dire des instruments économiques qui signalent des prix qui reflètent le coût d'opportunité sociale de la ressource et, par conséquent, internalisent le prix d'utilisation correcte de la ressource dans le système économique»⁵¹. Dans le cas du changement climatique, ses externalités sont encore plus difficiles, compte tenu du contexte d'incertitudes qui plane au-

⁴⁸ BENHAIM (1993); FARZIN (1984) et KRAUTKRAEMER (1988) cité par FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. **Economie des ressources naturelles et de l'environnement**. Paris: Armand Colin, 1995. p. 255.

⁴⁹ STIGLITZ cité par FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. **Economie des ressources naturelles et de l'environnement**. Paris: Armand Colin, 1995. p. 255.

⁵⁰ SEROA DA MOTTA, Ronaldo. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Rio de Janeiro: CEMA/IPEA e COBIO/MMA, 1997. Disponível em: http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12438/Livro_Manual-para-Valora%3a7%c3%a3o-Econ%3b4mica-de-Recursos-Ambientais_MMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 3 fev. 2022. p.01

⁵¹ SEROA DA MOTTA, Ronaldo. Valoração e precificação dos recursos ambientais para uma economia verde. **Política Ambiental**, Belo Horizonte, n. 8, p. 79-190, jun. 2011. Disponível em: https://www.conservation.org/docs/default-source/brasil/politica_ambiental_08_portugues.pdf. Acesso em: 3 fev. 2022. p.186.

dessus de cette question, inhérente à sa complexité (échelle mondiale, données scientifiques, etc.⁵²

Il existe deux domaines d'application du concept d'évaluation des ressources dans le système économique actuel. Le premier est appelé capitaux propres (actif) et le second est le coût (passif)⁵³. Pour la première situation, il s'agit du soi-disant capital qui génère des dividendes. On peut mentionner comme exemple le crédit carbone⁵⁴ car ce dernier peut générer des revenus issus d'un actif environnemental, à l'instar d'un terrain comprenant une forêt indigène ou une propriété dotée d'une beauté pittoresque, et cela avec le potentiel de générer des revenus égaux. Quant au passif, il est inversement lié à tout ce qui génère des débits ou des retraits et qui provient de dommages ou de dégradation d'un actif environnemental. C'est le cas de l'obligation d'indemniser après une dégradation de l'environnement. Un autre exemple de responsabilité, qui a un effet d'entraînement, concerne l'outil de compensation environnementale créé par la loi sur les unités de conservation⁵⁵.

Ainsi, la valorisation des impacts des dommages environnementaux (passifs) consiste à internaliser les coûts des impacts environnementaux à travers des instruments économiques. Bien que l'économie classique résiste encore d'une manière ou d'une autre, ces concepts ont acquis une grande pertinence dans le cadre des discussions impliquant des mécanismes financiers de paiement, par exemple, en matière de changement climatique (externalités du changement climatique).

Pour ce dernier, la valorisation des biens environnementaux peut servir à la fois à définir la valeur «avantage» (active) et la valeur dommage (passive). Dans le cas des actifs, cela se produit lorsqu'un pays ou une entreprise inclut dans le compte un certain actif

⁵² SEROA DA MOTTA, Ronaldo; HARGRAVE, Jorge; LUEDEMANN, Gustavo. Análise dos Custos-Benefícios das mudanças climáticas. In: SEROA DA MOTTA, Ronaldo; HARGRAVE, Jorge; LUEDEMANN, Gustavo; GUTIERREZ, Maria Bernadete Sarmiento (Eds.). **Mudança do Clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**. Brasília: IPEA, 2011. p. 315-332. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3162/1/Mudan%C3%A7a%20do%20clima%20no%20Brasil....pdf>. Acesso em: 3 fev. 2022. p. 318.

⁵³ Les termes «coûts des dommages» et «avantages» sont souvent utilisés de manière interchangeable dans les discussions sur l'économie environnementale. Parfois, l'objectif est de présenter les techniques d'évaluation des avantages (atouts) environnementaux. Parfois l'expression «évaluation des coûts de la dégradation de l'environnement» ou valeur négative ou impact prend le relais.

⁵⁴ Le crédit carbone est l'unité échangée sur le marché du carbone et, en tant qu'actif, il sert à promouvoir des projets de réduction des émissions de gaz à effet de serre, dans le cadre du MDP - mécanisme de développement propre.

⁵⁵ BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, Poder Executivo, 19 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 24 abr. 2020.

environnemental qui a le potentiel, par exemple, de générer un crédit carbone. La responsabilité, en revanche, s'exprime à travers soit la comptabilisation des émissions générées (car elles entraîneront le paiement) ou de la dette, ou des dommages eux-mêmes, ou de l'effet d'un événement climatique. C'est l'exemple de la perte d'une forêt par une chaleur extrême ou de la nécessité de construire une digue pour éviter les inondations sur une plage renommée. Selon Nguyen et. al., «the importance of taking into account external costs in formulating prices of a product, process or service, especially in the area of energy production has been universally recognized by environmental and economic scholars»⁵⁶.

Il est à noter que notre système juridique a intégré que les ressources naturelles demeurent des actifs qui, après tout, doivent être comptabilisés économiquement, à la fois en actifs et en passifs. La Constitution Fédérale brésilienne appelle donc à l'art. 225, § 2, (principe de la réparation des dommages), ou quant à la nécessité de préserver ce patrimoine, qui, en plus de servir à l'entretien de la vie, peut après tout être traité comme une valeur monétaire lorsque des poursuites entraînent des condamnations (par exemple Laurans, et al, mentionne que les tribunaux doivent considérer la valeur des services écosystémiques au moment des dommages dans le contexte de la dégradation)⁵⁷.

Malgré son importance, parmi les approches économiques adoptées pour traiter les questions climatiques, la valorisation des ressources naturelles a joué un rôle moins pertinent que les autres. D'autre part, on observe de plus en plus qu'il y aura une tendance à en tenir compte, notamment en raison de la demande des pays disposant de ressources naturelles importantes, dont le Brésil.

Bien que le changement climatique ait un impact sur l'environnement dans sa totalité, la plupart des publications se concentrent sur l'étude des impacts essentiellement sur la biodiversité, en conséquence, les actions sont orientées vers la nécessité de protéger ce

⁵⁶ L'importance de prendre en compte les coûts externes dans la formulation des prix d'un produit, d'un processus ou d'un service, en particulier dans le domaine de la production d'énergie, a été universellement reconnue par les spécialistes de l'environnement et de l'économie. [traduction des auteurs NGUYEN, Thu Lan Ti; LARRATE, Bertrand; GUILLAUME, Bertrand; HUA, Anthony. Quantifying environmental externalities with a view to internalizing them in the price of products, using different monetization models. *Resources, Conservation and Recycling*, [s. l.], v. 109, maio/jun., p. 13-23, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.01.018>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344916300180>. Acesso em: 24 abr. 2020. pg. 14.

⁵⁷ LAURANS, Yann; RANKOVIC, Aleksandar; BILLÉ, Raphaël; PIRARD, Romain; MERME, Laurent. Use of ecosystem services economic valuation for decision making: Questioning a literature blindspot. *Journal of Environmental Management*, [s. l.], v. 119, p. 208-219, 15 abr. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.01.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479713000285>. Acesso em: 31 mar. 2020.

patrimoine. D'un autre côté, la valeur économique des ressources génétiques est encore peu explorée en tant que mécanisme du marché traditionnel axé sur les changements climatiques.

Pour cette raison, Brooker et al⁵⁸ ont suggéré que l'évaluation de la valeur économique ou de la monétisation de la biodiversité soit une priorité pour la communauté scientifique afin d'offrir des alternatives pour les politiques publiques et la prise de décision face aux changements climatiques. Ils mentionnent :

Le développement de méthodologies pour déterminer la valeur économique de la ressource de biodiversité sera un élément essentiel pour porter des jugements fondés sur l'information sur le choix des activités d'adaptation et pour promouvoir l'intégration intersectorielle de la conservation de la biodiversité.⁵⁹

Une autre ressource environnementale liée aux changements climatiques est la propriété ou la valeur de la terre elle-même. Même si ce n'est que dans le domaine hypothétique, la (dé)valorisation des terrains ou des propriétés est fonction des pertes résultant du changement climatique. Autrement dit, la valeur des propriétés pourrait changer, en fonction de leur prix du marché, en raison de la perte de productivité attendue (par exemple, la productivité forestière, l'agriculture, etc.)⁶⁰.

Enfin, pour le Brésil, les terres (biens/propriétés) et la biodiversité sont parmi les principaux éléments à prendre en compte dans l'équation générale des coûts ainsi que les opportunités générées par le changement climatique. Il n'y a pas de consensus sur la valeur financière de ces fonds, mais toutes les estimations s'orientent vers l'hypothèse de plusieurs milliards de dollars. Quant aux coûts eux-mêmes, selon Sawyer⁶¹, le Brésil devrait dépenser 20 à 34,2 milliards par an pour réduire les émissions de carbone. Mais il y a un autre élément tout aussi important à prendre en compte : c'est la production et la gestion de l'énergie.

⁵⁸ BROOKER, Rob; YOUNG, Juliette C.; WATT, Allan D. Climate change and biodiversity: Impacts and policy development challenges - a European case study. **The International Journal of Biodiversity Science and Management**, v. 3, n. 1, p. 12-30, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1080/17451590709618159>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17451590709618159>. Acesso em: 22 abr. 2020. p. 25.

⁵⁹ The development of methodologies to determine the economic value of the biodiversity resource will be an essential part of making information-based judgements on the choice of adaptation activities, and in promoting the cross-sectoral integration of biodiversity conservation [traduit par les auteurs].

⁶⁰ ALIG, Ralph J; STONE, Edward A.; WHITE, Eric M. Chapter 2: Land Value Changes and Carbon Sequestration as an Ecosystem Service in a Climate-Changed Environment. In: ALIG, Ralph J.(coord.). **Effects of Climate Change on Natural Resources and Communities: A Compendium of Briefing Papers**. U.S. Department of Agriculture, Forest Service Pacific Northwest Research Station Portland, Oregon General Technical Report PNW-GTR-837. Oregon: [s. n.] 2011, p. 43-51.

⁶¹ SAWYER, Donald. Economia verde e/ou desenvolvimento sustentável? **Política Ambiental**, Belo Horizonte, n. 8, p. 36-42, jun. 2011. Disponível em: https://www.conservation.org/docs/default-source/brasil/politica_ambiental_08_portugues.pdf. Acesso em: 3 fev. 2022.

CONCLUSION

Les modèles économiques utilisés pour appréhender les coûts-avantages de la lutte contre le changement climatique reposent sur des modèles de transition des activités à faible émission de carbone, mettant en perspective les coûts d'atténuation des effets du changement climatique. Pour ce faire, des sources d'énergie alternatives à faible émission de carbone sont la clé pour atteindre les objectifs proposés pour la plupart des modèles.

Objectivement, cette faible émission de carbone dans l'atmosphère passe par l'adoption d'énergies renouvelables, justifiée du point de vue environnemental, car elle est étroitement liée à l'objectif de réduction des émissions de GES. Par exemple, les plans à long terme de l'Union Européenne concluent déjà que ce bloc économique ne pourra pas atteindre ses objectifs de réduction si la part liée aux énergies renouvelables n'augmente pas. Ainsi, les énergies renouvelables peuvent atténuer ou au moins éliminer les effets négatifs de l'exploitation des combustibles fossiles (extraction, production, transport et utilisation finale).

Pour le cas européen, ces revenus seront versés aux États membres et devraient être utilisés pour aider l'Union Européenne à évoluer vers une économie verte. Il conviendrait alors de soutenir l'innovation dans des domaines tels que la séquestration et le stockage du carbone, la recherche et le développement dans le domaine de la réduction des émissions et l'adaptation au changement climatique. Il faudrait également soutenir le développement des énergies renouvelables, afin de permettre à l'Union européenne de respecter son engagement qui vise à utiliser 20% des énergies renouvelables d'ici 2020 et à s'orienter vers la neutralité carbone d'ici 2040. De même, il conviendrait de contribuer au Fonds mondial pour la promotion de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables, en promouvant des mesures pour prévenir la déforestation et prendre en compte les aspects sociaux, tels que les effets des hausses de prix sur l'électricité potentielle dans les familles à revenu faible et intermédiaire. Une partie des recettes devrait également être utilisée pour aider les pays en développement à s'adapter aux changements climatiques.

Pour des pays comme le Brésil, l'utilisation stratégique de la biodiversité est fondamentale, étant donné son importance à la fois en tant que source de ressources génétiques et en tant que fournisseur d'une énorme quantité de sources d'énergie propre. Au regard du fait que le plan brésilien officiel n'aura pas atteint ses objectifs volontaires dans le délai fixé, il devient encore plus important de se concentrer sur des alternatives qui nécessitent moins de

ressources et sont plus performantes, dans le meilleur équilibre possible, ce qui accroît le rôle de l'utilisation de son vaste potentiel atout énergétique-environnemental. Dans ce contexte, il est impératif de se concentrer sur la bioprospection nécessaire, c'est-à-dire de déterminer les sources qui seront en mesure de fournir la réponse utile aux exigences du Plan National de Politique du Climat.

Bien que la valeur réelle, et le potentiel des ressources environnementales restent un défi pour la communauté scientifique, il est acquis que la monétisation de ces actifs demeure un élément fondamental de l'équation à appréhender en termes de coûts-avantages, en particulier lors du calcul de l'adaptation et des pertes pour les pays en développement. En d'autres termes, il peut être un excellent outil de gestion lors de la prise en compte des coûts des changements climatiques.

RÉFÉRENCES

ALIG, Ralph J; STONE, Edward A.; WHITE, Eric M. Chapter 2: Land Value Changes and Carbon Sequestration as an Ecosystem Service in a Climate-Changed Environment. In: ALIG, Ralph J.(coord.). **Effects of Climate Change on Natural Resources and Communities: A Compendium of Briefing Papers**. U.S. Department of Agriculture, Forest Service Pacific Northwest Research Station Portland, Oregon General Technical Report PNW-GTR-837. Oregon: [s. n.] 2011, p. 43-51.

BERDENS, Göran; HANSSON, Julia. Bioenergy expansion in the EU: Cost-effective climate change mitigation, employment creation and reduced dependency on imported fuels. **Energy Policy**, v 35, n. 12, p. 5965-5979, dez. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.08.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421507003539>. Acesso em: 11 abr. 2020.

BRASIL. **Avaliação da Política Nacional sobre Mudança do Clima. Relatório Consolidado**. Comissão de Meio Ambiente - CMA. Senado Federal. Brasília-DF. 2019. 185 p. Disponível em: <http://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento/download/be24ff00-0608-4f8b-9d57-804c33097882>. Acesso em: 10 abr. 2020.

BRASIL. **Contribuições Nacionalmente Determinadas - CND**. MMA/ITAMARATY. 2015. 10 p.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, Poder Executivo, 19 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 24 abr. 2020.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, Poder Executivo, 30 dez. 2009, Edição extra. p. 109. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 24 abr. 2020.

BROOKER, Rob; YOUNG, Juliette C.; WATT, Allan D. Climate change and biodiversity: Impacts and policy development challenges - a European case study. **The International Journal of Biodiversity Science and Management**, v. 3, n. 1, p. 12-30, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1080/17451590709618159>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17451590709618159>. Acesso em: 22 abr. 2020.

DE OLIVEIRA, Hugo Santos. **Políticas ambientais sustentáveis de comando e controle e a eficácia dos instrumentos econômicos**. Frutal-MG: Prospectiva, 2016. 117 p. Disponível em: <https://www.academica.org/editora.prospectiva.oficial/16.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2020.

DENEUX, Marcel; MARTIN, Pierre. Rapports de commission d'enquête. **Les inondations de la Somme, établir les causes et les responsabilités de ces crues, évaluer les coûts et prévenir les risques d'inondations (auditions)**. 23 out. 2001. Disponível em: https://www.senat.fr/rap/r01-034-2/r01-034-2_mono.html. Acesso em: 3 fev. 2022.

FAUCHEUX, Sylvie; NOËL, Jean-François. **Economie des ressources naturelles et de l'environnement**. Paris: Armand Colin, 1995.

FREEMAN III, A. Myrick; HERRIGES, Joseph A.; KLING, Catherine L. **The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods**. Washington, DC: RFF Press, 2014. 3. ed. 460 p.

GODOY, Sara Gurfinkel Marques de; SAES, Maria Sylvia Macchione. Cap-and-trade e projetos de redução de emissões: comparativo entre mercados de carbono, evolução e desenvolvimento. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 135-154, mar. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC795V1812015en>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2015000100009&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 3 abr. 2020.

LAFFITE, Pierre; SAUNIER, Claude. Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Les apports de la science et de la technologie au développement durable. Tome I : **Changement climatique et transition énergétique: dépasser la crise**. Enregistré à la Présidence de l'Assemblée le 28 juin 2006.

LAMPERTI, Francesco; BOSETI, Valentina; ROVENTINI, Andrea; TAVONI, Massimo. The public costs of climate-induced financial instability. **Nature Climate Change**, [s. l.], n. 9, 829-833, 29 out. 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41558-019-0607-5>. Acesso em: 14 abr. 2020.

LAURANS, Yann; RANKOVIC, Aleksandar; BILLÉ, Raphaël; PIRARD, Romain; MERME, Laurent. Use of ecosystem services economic valuation for decision making: Questioning a literature blindspot. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 119, p. 208-219, 15 abr. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.01.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479713000285>. Acesso em: 31 mar. 2020.

LAUTENSCHLAGER, Lauren; VARELLA, Marcelo Dias. A influência dos tratados ambientais multilaterais relativos ao clima na efetividade do direito ambiental no Brasil. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, Santa Maria, RS, v. 13, n. 2, p. 722-753, 2018. ISSN 1981-3694. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1981369423288>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/30027/pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

MARTRE, Henri. **Intelligence économique et décision**. 1998. Disponível em: http://strategie.free.fr/archives/textes/ie/archives_ie_15.htm. Acesso em: 3 fev. 2022.

MINISTERE DES EAUX, FORETS, CHASSE & PECHE ET DE L'ENVIRONNEMENT. **Programme d'action national d'adaptation (PANA) aux changements climatiques**. République Centrafricaine, maio 2008. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/napa/caf01f.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2022.

NARAIN, Urvashi; MARGULIS, Sergio; ESSAM, Timothy. Estimating costs of adaptation to climate change. **Climate Policy**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 1001-1019, 23 maio 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/14693062.2011.582387>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14693062.2011.582387>. Acesso em: 24 abr. 2020.

NEWELL, Richard G; PIZER, William A; RAIMI, Daniel. Carbon Markets: Past, Present, and Future. **Annual Review of Resource Economics**, [s. l.], v. 6, p. 191-21, nov. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100913-012655>. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev-resource-100913-012655>. Acesso em: 24 abr. 2020.

NGUYEN, Thu Lan Ti; LARRATE, Bertrand; GUILLAUME, Bertrand; HUA, Anthony. Quantifying environmental externalities with a view to internalizing them in the price of products, using different monetization models. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 109, maio/jun., p. 13-23, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.01.018>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344916300180>. Acesso em: 24 abr. 2020.

RICARDO, David. **Des principes de l'économie politique et de l'impôt**. Paris: Science Flammarion, 1971.

SAWYER, Donald. Economia verde e/ou desenvolvimento sustentável? **Política Ambiental**, Belo Horizonte, n. 8, p. 36-42, jun. 2011. Disponível em: https://www.conservation.org/docs/default-source/brasil/politica_ambiental_08_portugues.pdf. Acesso em: 3 fev. 2022.

SEROA DA MOTTA, Ronaldo. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Rio de Janeiro: CEMA/IPEA e COBIO/MMA, 1997. Disponível em: http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12438/Livro_Manual-para-Valora%3a7%c3%a3o-Econ%3b4mica-de-Recursos-Ambientais_MMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 3 fev. 2022.

SEROA DA MOTTA, Ronaldo. Valoração e precificação dos recursos ambientais para uma economia verde. **Política Ambiental**, Belo Horizonte, n. 8, p. 79-190, jun. 2011. Disponível em: https://www.conservation.org/docs/default-source/brasil/politica_ambiental_08_portugues.pdf. Acesso em: 3 fev. 2022.

SEROA DA MOTTA, Ronaldo; HARGRAVE, Jorge; LUEDEMANN, Gustavo. Análise dos Custos-Benefícios das mudanças climáticas. In: SEROA DA MOTTA, Ronaldo; HARGRAVE, Jorge; LUEDEMANN, Gustavo; GUTIERREZ, Maria Bernadete Sarmiento (Eds.). **Mudança do Clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**. Brasília: IPEA, 2011. p. 315-332. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3162/1/Mudan%C3%A7a%20do%20clima%20no%20Brasil....pdf>. Acesso em: 3 fev. 2022.

SMITH, Adam. **La Richesse des Nations**. Livre II. French Edition. Paris: Flammarion, 1999. 640 p.

STERN, Nicholas. **The Economics of Climate Change: The Stern Review**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.

THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY. **Mainstreaming the economics of nature: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB**. [S. l.: s. n.], 2010. 39 p. Disponível em: <http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Synthesis%20report/TEEB%20Synthesis%20Report%202010.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

THIOMBIANO, Taladidia. **Economie de l'environnement et des ressources naturelles**. Paris: L'Harmattan, 2004.

WEHBE, Claudia da Costa Martinelli. A obrigação de financiamento na convenção climática. In: SEROA DA MOTTA, Ronaldo; HARGRAVE, Jorge; LUEDEMANN, Gustavo; GUTIERREZ, Maria Bernadete Sarmiento (Eds.). **Mudança do Clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**. Brasília: IPEA, 2011. p. 389-402. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3162/1/Mudan%C3%A7a%20do%20clima%20no%20Brasil....pdf>. Acesso em: 3 fev. 2022.

Recebido em: 23.04.2020 / Aprovado em: 02.12.2021 / Publicado em: 15.02.2022

COMO FAZER REFERÊNCIA AO ARTIGO (ABNT):

GARBACCIO, Grace Ladeira; PRIEUR, Julien; SANTOS, Ronaldo Pereira. Monetisation de l'environnement face aux coûts des changements climatiques. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, Santa Maria, RS, v. 16, n. 2, e43755, maio./ago.. 2021. ISSN 1981-3694. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1981369443755>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/43755> Acesso em: dia mês. ano.

Direitos autorais 2021 Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM

Editores responsáveis: Rafael Santos de Oliveira e Angela Araujo da Silveira Espindola



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

SOBRE OS AUTORES

GRACE LADEIRA GARBACCIO

Pós-doutoranda pela Universidade de Limoges/França. Doutora e mestre em Direito pela Universidade de Limoges/ França - reconhecido pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professora do mestrado em Direito do Centro Universitário CESMAC. Gestora de sustentabilidade em empresas nacionais e multinacionais, tais como: Vallourec, Saint-Gobain, Vallourec&Sumitomo, Anglo American e Votorantim Energia. Parecerista da Revista da Advocacia-Geral da União (AGU), do CONPEDI, da Revista Veredas do Direito. Autora de vários artigos e do livro: L'étude comparative du contentieux administratif de l'environnement brésilien et français.

JULIEN PRIEUR

Doutor e mestre em Direito pela Université de Limoges/França. Professor da Universidade Paris-1 e Paris-13; professor da Université Catholique de Madagascar e do Institut d'Études Politiques Madagascar/IEP.

RONALDO PEREIRA SANTOS

Professor assistente na UFAM. Mestre em Ciências de Florestas Tropicais. Perito agrário no Incra.