



30 ANS D'INRA SCIENCES SOCIALES

Point de vue sur des enjeux contemporains choisis en économie de l'environnement : Données et pluridisciplinarité.

Depuis la fin des années 1980 il existe des jeux de données de grande échelle, permettant un suivi du système Terre. A la fin des années 1990 ces données sont devenues systématiques et peu coûteuses, notamment du fait du développement puis de la généralisation de l'imagerie satellite. Cette dernière permet d'appréhender des phénomènes physiques, météorologiques, un suivi de l'usage des sols, mais aussi l'évolution de l'urbanisation ou de certains polluants, avec une résolution dépendant de capteurs de plus en plus sophistiqués. Parallèlement, l'économie de l'environnement s'est enrichie d'une approche empirique et des collaborations avec les sciences de la vie et de l'univers, permettant des échanges entre disciplines, ainsi que la généralisation de méthodes d'analyse utiles à la discipline dans son ensemble. Nous retraçons ici comment ces nouvelles données, ainsi que les techniques développées, en partie issues des collaborations avec les sciences de l'environnement, du climat et du vivant, ont changé l'approche économique pouvant placer l'économie de l'environnement au centre du renouveau permis par cette émulation.

L'accès généralisé à la validation empirique en économie appliquée

Dans les années 2000, l'économie du développement a opéré une réelle révolution avec l'apparition des expériences contrôlées randomisées. Cette dernière s'est généralisée et a permis, entre autres, l'émergence ou le renforcement d'un nouveau paradigme au sein de la communauté des économètres : l'économétrie non structurelle cherchant en particulier à identifier une inférence causale (notamment suite à la publication de l'ouvrage d'Angrist et Pischke, 2009). Le développement des analyses d'impact *ex-post*, utilisant des méthodes quasi-expérimentales, s'est ensuite largement répandu au sein de l'économie publique, de l'analyse des politiques publiques, puis même au-delà de la discipline économique elle-même (culture de l'évaluation et de la mise en place de projets pilote au sein même des politiques publiques). L'économie comportementale a vu une révolution similaire s'opérer à partir du développement des méthodes de l'économie expérimentale. L'expérimentation est aussi devenue un outil systématique dans les analyses du risque et de l'incertitude, permettant d'appréhender de manière beaucoup plus fine les choix individuels com-

plexes. On a beau revenir sur les défauts de ces nouvelles méthodes, il n'en est pas moins vrai qu'elles ont révolutionné l'approche empirique et même la discipline dans son ensemble.

Contexte d'une « révolution empirique » : l'accès aux jeux de données de grande échelle, à de fine résolution et avec des pas de temps réguliers.

Depuis 30 ans, l'utilisation de données permettant une validation des approches théoriques, comme en témoigne l'augmentation radicale de l'usage des méthodes empiriques dans les publications, a rapidement supplanté les approches par simulation (et les méthodes dites d'analyse d'impact *ex-ante*) comme le montre le tableau 1. Pour une analyse récente plus détaillée de ce phénomène voir notamment Angrist et al., (2017) ou Panhans et Singleton (2017). L'économie a beaucoup bénéficié du développement des méthodes empiriques, qui avec le développement des capacités de calcul et des bases de données statistiques, a permis de tester les théories avec de plus en plus de précision.

Tableau 1 : Distribution en pourcentage de méthodologie d'articles publiés, 1963-2011*

Année	Type d'étude				
	Théorique	Théorique avec simulation	Empirique sur données empruntées	Empirique sur données propres	Expérimentation
1963	50,7	1,5	39,1	8,7	0
1973	54,6	4,2	37,0	4,2	0
1983	57,6	4,0	35,2	2,4	0,8
1993	32,4	7,3	47,8	8,8	3,7
2003	28,9	11,1	38,5	17,8	3,7
2011	19,1	8,8	29,9	34,0	8,2

*Aucun type n'a pu être attribué à 17 articles publiés en 1963.

Source : traduit à partir de Daniel S. Hamermesh (2013). Six Decades of Top Economics Publishing: Who and How? *Journal Of Economic Literature*, 51(1) : 162-172.

Une deuxième révolution s'est opérée avec la généralisation de la géolocalisation des enquêtes (agricoles en particulier), de l'imagerie satellite et des terminaux individuels, permettant de générer de grandes quantités de données individuelles à un pas de temps très fin. La géolocalisation, disponible à moindre coût au sein des enquêtes actuelles, permet d'avoir un bon contrôle des effets spatiaux (parfois complexes et importants) et la grande quantité de données dans le temps permet d'utiliser des modèles à effets-fixes, très utiles et robustes (agriculture, surface cultivée, comme par exemple les données LSMS-ISA¹ de la Banque mondiale).

Les données publiques et l'ouverture des bases de données administratives sont encore très limitées en particulier en France, les pays en développement dans lesquels les régulations, la protection des données individuelles et les garde-fous sont (malheureusement ?) beaucoup moins importants, font office de laboratoire (Inde en particulier, Chine en interne).

L'évolution vers des tests empiriques, qui a modifié l'approche de l'économie du développement, est un phénomène similaire à celui qui pourrait être à l'œuvre aujourd'hui en économie de l'environnement, grâce à la diversification des méthodes et à l'usage de données biophysiques de qualité.

Quelques exemples d'appréhension fine de phénomènes complexes à l'échelle du « système Terre »

La généralisation des données satellite a aussi permis un suivi des grands cycles du « système Terre » et des agrégats biophysiques, permettant une analyse causale des phénomènes globaux, ce à quoi l'économie quantitative semble pouvoir contribuer en termes de méthodes, en particulier dans un système largement anthropisé que certains appellent déjà anthropocène.

Il est aujourd'hui possible de suivre relativement facilement et à moindre coût, les cycles de l'eau et du carbone mais aussi l'usage des terres (forêt, photosynthèse) et l'expansion urbaine (lumière nocturne). Pour certaines variables, l'information sur l'évolution quotidienne (voire horaire) est disponible gratuitement et en temps réel (les précipitations par exemple, estimées en observant la hauteur et densité des formations nuageuses par micro-ondes) à une résolution assez fine (pixels de 5km² environ). La mesure de la photosynthèse permet d'estimer la probabilité de présence de différents types de végétaux. Dans le cas de la forêt, des observations annuelles des coupes rases, à une résolution de 30m, sont mises à jour chaque année (Hansen *et al.*, 2013) et donnent une très bonne idée, dans certaines zones en particulier tropicales, des changements de couverture des sols avec un algorithme d'attribution adapté.

Il devient donc de plus en plus facile en utilisant ces données dans des modèles biophysiques, relativement fiables,

d'obtenir des estimations de nombreuses variables d'intérêt à l'échelle globale tels que les flux et stocks de carbone ou des bilans hydriques. Cela permet de revisiter des théories admises mais aussi de développer des mécanismes d'aide à la décision et de gestion de crises (sécheresse, inondations, pollution), ce qui représente une avancée majeure dans les pays les moins développés où l'absence de données contraignent systématiquement la recherche.

Ces outils concrets de prévision et de gestion des ressources naturelles, des chocs environnementaux (ainsi que des pollutions telles que algues vertes, déforestation, ou suivi du projet REDD+²) sont alors très facilement valorisables du point de vue opérationnel, mais nécessitent des recherches pluridisciplinaires.

Pluridisciplinarité et émergence de nouvelles échelles de mesure

Aujourd'hui, l'observation à grande échelle permet de distinguer des évolutions à grande échelle et de moyen terme à un coût relativement limité et décuple le potentiel de l'analyse de la gestion des ressources à l'échelle régionale ou même globale. En revanche, les interactions entre les systèmes humains et l'environnement sont toujours très difficiles à appréhender, du fait de la complexité des interactions sociales. Par conséquent, les limites et l'incertitude portent aujourd'hui surtout sur la modélisation des comportements sociaux et des variables économiques, ce qui représente un défi pour les recherches en environnement. L'exemple de la valorisation des pertes lors de chocs climatiques est parlant : quand bien même il est possible de projeter des évolutions futures du climat, les courbes de pertes (fonction de l'amplitude des chocs) sont encore largement inconnues du fait du manque de données et de la complexité des systèmes de valorisation du marché (prix).

Interaction avec les sciences : l'émulation issue de la pluridisciplinarité

L'économie de l'environnement a longtemps accusé un retard en France, potentiellement du fait de l'absence de travaux pluridisciplinaires. Il semble que ce retard est en train d'être rattrapé. L'évaluation économique étant au centre de la plupart des décisions politiques, est finalement très à part en termes disciplinaires, laissant un vide du point de vue des recommandations de la recherche à l'opérationnel.

Faire interagir les modèles biophysiques avec l'économie est nécessaire, la valorisation monétaire des résultats scientifiques ne suffisant pas. Il est pourtant complexe de mettre des modules économiques dans les macro-modèles interdisciplinaires et le dialogue est assez limité, les économistes étant peu attirés par des modèles intégrés à large échelle.

1. Living Standards Measurement Study – Integrated Surveys on Agriculture.

2. Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation

Après s'être enrichie des méthodes statistiques expérimentales de la médecine, l'économie voit aujourd'hui beaucoup de méthodes issues des collaborations scientifiques avec d'autres sciences. Notamment, l'approche par la matière (science de l'ingénieur) permet de mieux appréhender la complexité (cycles des éléments, voir plus haut) pouvant révolutionner l'approche comptable (base des décomptes des flux et stocks économiques) en simplifiant le système des bilans et en s'extrayant des problèmes comportementaux inhérents aux sciences sociales. Les échanges entre disciplines permettent de mieux combiner différentes échelles de mesures qui sont à première vue incompatibles par définition (valeur d'usage et valeur d'échange ne reflétant pas uniquement la rareté).

Nouvelles échelles de mesures et approches comptables : la matière et l'énergie

Les échanges avec les sciences de l'ingénieur ont poussé certains pans de la discipline vers l'utilisation des systèmes comptables (de bilans) issus de la physique, notamment sous l'impulsion de la bioéconomie³ à la *Nicholas Georgescu-Roegen*. L'idée était de répondre de façon durable aux besoins alimentaires et à une partie des besoins matériaux et énergétiques de la société, et à lui fournir des services écosystémiques (Missemer, 2013). Il s'agira alors de considérer les flux/stocks de matières et d'énergie plutôt que les valeurs marchandes, ce qui a l'intérêt d'être plus objectif et moins sujet à des variations sensibles aux comportements humains et aux évolutions sociétales. Ces unités se rattachant à des éléments plus tangibles et facilement observables/estimables sont donc plus faciles à quantifier et à estimer. Deux exemples sont assez parlants :

– L'évaluation des flux d'énergies (en joules) dans les études en lien avec l'énergie ou l'agriculture (liant les calories produites aux différents facteurs de production en joules, dont le travail et la photosynthèse) ou encore des bilans énergétiques globaux. L'idée est un peu similaire, au moins du point de vue des conclusions, aux études d'empreinte écologique, considérant que l'usage des terres est une ressource limitée.

– La comptabilité carbone (pour une analyse globale du budget carbone mondial voir Le Quéré et al., 2017) et les analyses de cycle de vie qui en découlent, évaluant la quantité de gaz à effet

3. Le terme bioéconomie est très à la mode et risque peut-être de perdre les différents sens qu'il peut revêtir aujourd'hui. Il est en effet d'abord développé par Nicholas Georgescu-Roegen qui y voyait une symbiose entre la thermodynamique classique et la biologie évolutionniste (Missemer, 2013). Elle revêt aujourd'hui d'autres sens, issus de l'histoire de l'économie écologique et de l'imbrication des théories économiques au sein de modèles biophysiques ou incorporant certaines de leurs contraintes, voire fait même référence aux travaux sur l'économie circulaire.

de serre produits (en équivalent CO₂) sur l'ensemble de la vie d'un produit, de la production au recyclage. Les limites actuelles sont les nombreux effets indirects : effet sur l'usage des sols, effet de substitution et effets de revenu, qui ne sont pas encore pris en compte du fait de leur complexité, et pourraient alors réduire l'intérêt de telles méthodes.

Il semble que contraindre les modèles économiques par des limitations d'accès aux ressources est de plus indispensable, surtout dans le cas de certains matériaux et énergies fossiles. Les modèles économiques n'ont considéré que tardivement que la gestion des ressources naturelles est subordonnée au respect des mécanismes régulateurs par lesquels la biosphère assure sa reproduction dans le temps (Passet, 2012).

Conclusion

L'économie forestière⁴ reflète bien l'ensemble de ces enjeux aujourd'hui. Elle a vu ses objectifs passer de la maximisation des volumes de production, à la valeur marchande de sa production, pour considérer à présent l'ensemble des services écosystémiques (valeur d'usage et de non-usage) que la forêt peut générer. Cette dernière étape a mené à une complexité accrue des analyses, pointant le manque de données disponibles, en particulier dans le cas de la France. Les enquêtes concernant la forêt accusent en effet un retard important, en particulier en comparaison avec le secteur agricole.

Globalement ces nouvelles évolutions présentent un potentiel d'enrichissement pour la discipline mais nécessitent aussi des changements de méthodes et de paradigmes. Elles ont permis aux économistes de rendre moins perméable la dichotomie avec les sciences environnementales, notamment au regard des récentes publications d'économistes dans les plus grandes revues scientifiques. Cela est-il dû à l'importance dans le champ des décisions politiques ou à une réelle augmentation de la crédibilité des méthodes des sciences sociales auprès des autres disciplines scientifiques ? L'économie de l'environnement souffre-t-elle encore d'un anthropocentrisme historique : la primauté de l'environnemental sur le politique, le social et l'économique n'est-elle pas encore une évidence dans la communauté des économistes ? À l'inverse, les modèles et résultats des économistes sont encore peut-être trop souvent incompris ou mal interprétés.

Antoine Leblois

INRA, UMR 0356 BETA, F-54042, Nancy, France.

antoine.leblois@inra.fr

4. NB : dont est issu un des paramètres principaux de l'analyse économique contemporaine de la gestion de ressources naturelles, le taux d'actualisation.

Pour en savoir plus :

Angrist J. et Pischke J. S. (2009). *Mostly harmless econometrics. An Empiricist's Companion.* Princeton.

Angrist J., Azoulay P., Ellison G., Hill R. et Lu S. F. (2017). Economic research evolves: Fields and styles. *American Economic Review*, 107(5): 293-97.

Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R., Hancher M., Turubanova S. A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S. V., Goetz S. J., Loveland T. R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C. O. et Townshend J. R. G. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *science*, 342(6160): 850-853.

Le Quéré C. et al. (2017). Global carbon budget 2017. *Earth System Science Data Discussions*, 1-79.

Missemer A. (2013). *Nicholas Georgescu-Roegen, pour une révolution bioéconomique.* ENS Éditions, Lyon.

Panhans M. T., et Singleton J. D. (2017). The empirical economist's toolkit: from models to methods. *History of Political Economy*, 49(Supplement), 127-157.

Passet R. (2012). *La bioéconomie de la dernière chance.* Les liens qui libèrent, Paris