

Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel., F. 2019. Quels indicateurs de circularité ? Proceedings of the EcoSD Annual Workshop 2018 « Les enjeux d'écoconception associés à l'économie circulaire », Paris, Presses des MINES, Collection Développement Durable, 2019.

Quels indicateurs de circularité ?

Michael SAIDANI, Bernard YANNOU, Yann LEROY, François CLUZEL

Laboratoire Genie Industriel, CentraleSupélec, Université Paris-Saclay, France

HIGHLIGHT

Ce papier introduit une première proposition de taxonomie d'indicateurs de circularité, discute sa construction, et introduit son outil de selection associé.

RESUME

Ce court article complète et développe certains éléments du poster présenté lors de cet ATA EcoSD 2018, introduisant une première taxonomie d'indicateurs de circularité, associée à un outil de sélection. Tout d'abord, l'importance de tels indicateurs dans un contexte de transition vers une économie plus circulaire est mise en exergue. Ensuite, la construction d'une taxonomie tirée par les usages et besoins industriels est expliquée. Enfin, l'outil de selection connecté à cette classification d'indicateurs de circularité – facilitant l'identification et la convergence vers les indicateurs les plus appropriés à un scénario d'utilisation – est présenté, avant de conclure sur quelques perspectives et pistes de recherche désirant aller plus loin, à une focalisation micro, dans cette optique de mesure de circularité.

INTRODUCTION

Le concept d'économie circulaire appelle à une gestion plus durable et raisonnée des ressources tout au long du cycle de vie des produits et systèmes. Un tel paradigme économique se caractérise, du côté de la technosphere, par des bouclages de flux en promouvant les opérations de maintenance, de reconditionnement, de recyclage, tout en étant accompagné d'offres de services et de reprises qui rendent opérationnelles ces pratiques. La circularité a pour but de conserver la haute valeur et utilité des produits, matériaux et ressources à chaque instant, et ainsi de minimiser la génération de déchets, et l'impact environnemental (EC, 2015).

Plusieurs études (p. ex., McKinsey & Company, 2015 ; Geissdoerfer et al. 2017 ; Schroeder et al. 2018) ont montré le potentiel des pratiques d'économie circulaire dans la réalisation des objectifs du développement durable. Aller vers une économie

plus circulaire semble donc *a priori* une bonne option, et est davantage encouragée par les responsables et actions politiques (EC, 2015). Toutefois, deux défis majeurs restent d'actualité (Geng et al. 2013 ; EMF, 2015 ; Arnsperger et Bourg, 2016 ; Cayzer et al. 2017 ; Saidani et al. 2017). Premièrement, comment aider les praticiens économiques et industriels dans cette transition ? Deuxièmement, comment piloter la performance de circularité, et en quoi cela contribue à la première interrogation ?

Bien que cette notion d'économie circulaire soit de plus en plus discutée, on ne note toujours pas de consensus sur une définition stabilisée la concernant : 114 définitions de l'économie circulaire, retranscrites en 17 catégories, ont notamment été recensées par Kirchherr et al. (2017). On peut y voir ici une des raisons du flou et de la grande variété d'indicateurs développés en lien avec l'économie circulaire, que ce soit au niveau de leurs périmètres d'actions, de leurs objectifs premiers, ou de leurs utilisations préférentielles.

Effectivement, suivant un commun accord – partagé par les universitaires, industriels et instances politiques (EC, 2015 ; EMF, 2015 ; Bocken et al. 2017) – sur la nécessité de mesurer le progrès et les impacts de cette transition, de nombreux indicateurs de circularité ont été développés ces dernières années comme outils et catalyseurs vers des pratiques plus circulaires, sous la condition *sine qua non* que les acteurs concernés dans cette transition puissent avoir accès et correctement employer les indicateurs qui leurs sont les plus appropriés.

QUID DES INDICATEURS DE CIRCULARITE

Dans ce contexte de nébuleuse croissante d'indicateurs de circularité, il devient essentiel et primordial d'apporter de la clarté sur ces derniers : que mesurent-ils, sur quoi s'appliquent-ils, comment les utiliser et à quelles données et connaissances font-ils appel ?

Dans la continuité et en complémentarité des taxonomies existantes d'outils d'écoconception – comme les 629 outils d'écoconception recensés par Rousseaux et al. (2017) et regroupés au sein de 22 catégories – et des modèles d'affaires dit circulaires, favorisant l'implémentation de pratiques d'économie circulaire (Urbinati et al. 2017), une première proposition de taxonomie d'indicateurs de circularité est avancée ici.

L'utilisation d'indicateur paraît *a fortiori* pertinente pour un concept aussi complexe – multi-échelles, multi-acteurs, préconisant une considération du cycle de vie et une pensée systémique – qu'est l'économie circulaire. Les indicateurs ont en effet la capacité de synthétiser la complexité de nos environnements mouvants dans une quantité d'information plus facilement compréhensible, gérable et exploitable. Plus généralement, de tels indicateurs de circularité peuvent être employés à des fins informatives (p. ex., benchmarking, aide à la prise de décision), amélioratives (identification de points de progrès), managériales (conduite du changement), communicatives, formatives, ou éducatives (EMF, 2015).

Bocken et al. (2017) soulignent le rôle majeur des indicateurs pour amener l'économie circulaire à un niveau supérieur, en avançant l'importance de tels indicateurs dans l'apport d'une connaissance plus poussée des répercussions de ce nouveau modèle économique dit circulaire. Ils peuvent être également employés de manière intégrée aux pratiques industrielles de développement durable, ainsi qu'aux objectifs politiques régionaux, nationaux ou européens dans l'optique, par exemple, de mesurer l'efficacité de stratégies circulaires déployées à différentes échelles.

METHODOLOGIE

Pour construire la présente taxonomie, une revue de littérature étendue des indicateurs de circularité a premièrement été menée. La phase d'identification a été suivie par une analyse systématique des indicateurs existants : que cherchent-ils à mesurer, dans quel(s) objectif(s), pour quel(s) utilisateur(s), etc.

Au total, plus de 50 ensembles d'indicateurs de circularité développés (et utilisés) par les académiques, entreprises industrielles, cabinets de consultants, organisations environnementales et agences gouvernementales, ont été passés au crible.

Cette analyse systématique a permis l'élaboration et la proposition d'une taxonomie d'indicateurs de circularité tirée par les usages, compilant plus d'une cinquantaine d'ensemble d'indicateurs de circularité, aboutissant ainsi à une présentation ordonnée (système de classification) de ces indicateurs de circularité, au travers de plusieurs dimensions jugées pertinentes, en phase avec les composantes de l'économie circulaire.

RESULTATS

Proposition d'une taxonomie d'indicateurs de circularité

L'ensemble des catégories permettant la caractérisation des indicateurs de circularité via la taxonomie proposée est synthétisé au sein du tableau 1. Par exemple, pour illustrer la catégorie perspective (rétro- ou pro-) appliquée à un niveau micro d'implémentation de l'économie circulaire, certains indicateurs sont plus propices à évaluer une circularité effective, réelle – comme le MCI de la fondation Ellen MacArthur (2015) – alors que d'autres sont destinés à évaluer un potentiel de circularité – comme le CEIP proposé par Cayzer et al. (2017).

Tableau 1 : Vue d'ensemble des catégories de la taxonomie proposée

Catégories (critères)	Niveaux (<i>micro, meso, macro</i>)	Bouclages (<i>maintenance, réutilisation, recyclage</i>)	Perspective (<i>effective, potentielle</i>)	Performance (<i>intrinsèque, conséquentielle</i>)	Unités (<i>quantitatif, qualitatif</i>)
	Dimension (<i>simple, multiple</i>)	Usages (<i>p.ex. amélioration, comparaison, communication</i>)	Sources (<i>académiques, entreprises, organismes</i>)	Transversalité (<i>générique, spécifique</i>)	Format (<i>p. ex. outil en ligne, Excel, formules</i>)

Développement d'un outil d'aide à la sélection

Afin d'aider l'utilisateur dans la sélection d'indicateurs appropriés, un outil de requête a été développé (Saidani et al. 2019) dans le but de rendre cette taxonomie plus facilement exploitable et opérationnelle pour, par exemple, des organisations travaillant sur des projets et stratégies de développement en lien avec l'économie circulaire et étant à la recherche d'indicateurs de pilotage. Cet outil est destiné aussi bien aux praticiens industriels (concepteurs de produits, ingénieurs en bureau d'études) qu'aux preneurs de décisions (gestionnaires de projets, responsables financiers). Par soucis de simplicité d'utilisation et de diffusion, l'outil est développé sur Microsoft Excel avec l'utilisation de macros.

En entrée, huit questions sont demandées pour orienter les utilisateurs vers les indicateurs les plus adaptés à leurs contextes, besoins, contraintes et utilisations. Les critères de sélection sont les suivants : i) échelle d'implémentation ; ii) perspective (retro- ou pro-) ; iii) performance ; iv) boucles de circularité ; v) dimensionnalité ; vi) usages et objectifs ; vii) transversalité ; viii) format.

En sortie, les indicateurs appropriés sont identifiés et les informations suivantes sont affichées : a) nom de l'indicateur ; b) principe de fonctionnement ; c) détails sur le niveau systémique ; d) détails sur le type de circularité ; e) détails sur la dimensionnalité et les unités ; f) données nécessaires pour calculer l'indicateur ; g) utilisations possibles ; h) auteurs et références ; j) lien d'accès à l'indicateur.

Enfin, cet outil a l'avantage d'être flexible et modulable dans le sens où les catégories de la requête et la banque de données peuvent être modifiables et mises à jour rapidement, et est ouvert à toute contribution extérieure. Pour information, les illustrations de l'outil sont disponibles via le poster présenté lors de cet ATA. Aussi, deux courtes vidéos – une proposant un tutoriel d'utilisation et une illustrant sa mise en application au travers d'un exemple industriel – ont également été enregistrées et sont disponibles sur la plateforme Youtube aux liens suivants : <https://youtu.be/nRNbWyHRzic> et <https://youtu.be/kd51SsX0Be4>.

DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Cette taxonomie contribue à développer, de façon organisée, la connaissance sur ce que la performance de circularité signifie, sous différents spectres, et comment elle peut être mesurée, en clarifiant et caractérisant plus d'une cinquantaine d'indicateurs de circularité.

Dans une perspective de développement de nouveaux indicateurs de circularité, cette taxonomie peut servir de base à l'identification des limites et manques des indicateurs actuels au regard des objectifs et des différentes composantes de l'économie circulaire. Cette classification ordonnée peut faciliter l'étude des relations (p. ex., l'interdépendance et/ou la complémentarité) entre ces indicateurs. L'intelligibilité des différentes catégories d'indicateurs pour les concepteurs, ingénieurs, fabricants, gestionnaire de projets, etc., reste un point à questionner, dans

la volonté d'assurer la bonne intégration de tels indicateurs à niveau opérationnel et industriel, comme dans le processus de conception et développement, avec l'idée de concevoir des produits plus circulaires (Earley, 2017). Il convient également d'expérimenter et valider la robustesse de cette taxonomie, au travers de cas d'utilisation et par rétrospective sur certains indicateurs utilisés et publiés dans la littérature.

REFERENCES

- Arnsperger, C. Bourg, D. 2016. Vers une économie authentiquement circulaire: Réflexions sur les fondements d'un indicateur de circularité. *Revue de l'OFCE*, 145.
- Bocken, N. et al. 2017. Taking the Circularity to the Next Level: A Special Issue on the Circular Economy. *Journal of Industrial Ecology*, 21, 476–482.
- Cayzer, S., Griffiths P., Beghetto V. 2017. Design of indicators for measuring product performance in the circular economy. *International Journal of Sustainable Engineering*, 10.
- Earley, R. 2017. Circular Design Futures. *The Design Journal*, 20:4, 421-434.
- Ellen MacArthur Foundation (EMF). 2015. *Circularity Indicators - An Approach to Measure Circularity. Methodology & Project Overview*. Cowes, UK.
- European Commission (EC). 2015. *Closing the Loop - An EU Action Plan for the Circular Economy*. 614/2, Brussels, Belgium.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M. and Hultink, E.J., 2017. The Circular Economy - A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768.
- Geng, Y. et al. 2013. Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 23, 216–224.
- Ghisellini, P. et al. 2016. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32.
- Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M. 2017. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232.
- McKinsey & Company. 2015. *Europe's Circular Economy Opportunity*. Report.
- Rousseaux, P. et al. 2017. "Eco-tool-seeker": A new and unique business guide for choosing ecodesign tools. *Journal of Cleaner Production*, 151, 546-577.
- Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F. 2017. How to assess product performance in the circular economy? Proposed requirements for the design of a circularity measurement framework. *Recycling*, 2, 6.
- Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F., Kendall, A. 2019. A taxonomy of circular economy indicators. *Journal of Cleaner Production*, 207, 542-559.
- Schroeder, P., Anggraeni, K., Weber, U. 2018. The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. *Journal of Industrial Ecology*.
- Urbinati, A. et al. 2017. Towards a new taxonomy of circular economy business models. *Journal of Cleaner Production*, 168, 487-498.