

# Méthodologie de transition vers l'économie circulaire à l'aide d'un système d'information responsable

Louise Noël<sup>1</sup>, Christophe Ponsard<sup>2</sup>

1. Soreal, Bruxelles, Belgique

*louise.noel@soreal.be*

2. CETIC - Centre de recherche, Gosselies, Belgique

*christophe.ponsard@cetic.be*

---

*RÉSUMÉ. De nos jours, nous faisons face à la nécessité d'une meilleure gestion des ressources limitées de notre planète. Ceci exige la transition d'une économie linéaire à une économie circulaire à l'aide d'une utilisation responsable de systèmes d'information. Cet article propose un cadre d'analyse d'une chaîne de valeur circulaire et de l'apport net de solutions technologiques existantes ou émergentes. La démarche est illustrée et discutée sur un cas d'étude issu du secteur de la construction.*

*ABSTRACT. Nowadays, we are facing the need to improve the use of our limited earth resources. This requires the transition from a linear to a circular economy with the wise use of information systems. This paper proposes a framework for the analysis of a circular value chain in order to mobilise existing or emerging technological solutions. Our approach is illustrated and discussed on a case study from the construction sector.*

*MOTS-CLÉS: Économie circulaire, modèle de processus, transformation numérique, canevas*

*KEYWORDS: Circular Economy, Process modelling, Digital Transformation, canvas*

---

## 1. Introduction

Depuis la révolution industrielle du XIX<sup>ème</sup> siècle, le monde suit essentiellement une économie de type linéaire où en fin de vie, les produits sont immobilisés ou jetés. Ce modèle pose évidemment dans un problème de soutenabilité dans notre monde aux ressources finies et alimenté par la croissance.

Le terme « économie circulaire » (EC) émerge en 1990 avec l'idée de cycle de rétention maximale de la valeur d'un produit comme illustré à la figure 1. L'ADEME la définit comme: « un système économique d'échange et de production qui, à tous

les stades du cycle de vie des produits (biens et services), vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement tout en permettant le bien-être des individus ». Le développement de l'EC est progressif avec l'émergence de la notion de « Cradle-to-Cradle » (C2C) vers 2002 et les actions de la fondation Ellen MacArthur (Fondation Ellen MacArthur, 2009).

Actuellement, notre monde connaît une autre transformation liée au développement exponentiel des technologies de l'information et de la communication. Cette Transformation Numérique (TN) provoque un changement de paradigme des activités économiques et sociales (Mergel *et al.*, 2019). Dans le contexte de l'EC, la TN fait partie, d'une part *du problème*, car les systèmes d'information (SI) mobilisent de multiples ressources: production des équipements, conception des logiciels, consommation d'énergie avec émission de gaz à effet de serre, production de déchets électroniques,... D'autre, elle peut aussi contribuer à *sa solution*, par son soutien au changement vers l'EC en améliorant la gestion des ressources et en réduisant la production de déchets, tout en sachant que toute transformation mobilisera de l'énergie.

Notre objectif est de proposer une méthodologie soutenant la transition vers l'EC en s'appuyant de manière raisonnée sur les SI. Plus spécifiquement, nous tentons de répondre à la question de recherche « Comment les technologies numériques peuvent-elles soutenir le partage d'informations afin d'accélérer la transition circulaire ? ». A cette fin, nous proposons une méthodologie, elle-même circulaire, étendant des outils issus de l'analyse métier tels que le business canevas et les chaînes de valeur. Le travail est validé sur un cas d'étude du domaine de la construction.

La structure est la suivante. La section 2 synthétise un état de l'art des modèles d'EC. La section 3 décrit le domaine d'étude. La section 4 présente, illustre et discute notre méthodologie. Enfin la section 5 conclut en mettant en évidence quelques barrières et possibilités de généralisation pour alimenter nos travaux futurs.

## 2. État de l'art

Cette section identifie les éléments utiles des modèles d'EC tels que les types de cycles et diverses stratégies et outils.

Fondamentalement, on distingue d'une part les *cycles biologiques* avec les éléments biodégradables, tels que coton, des denrées alimentaires, bois, etc. La stratégie de ces cycles est de restaurer les nutriments au sein de la biosphère en reconstruisant du capital naturel, que cela soit naturellement ou via une intervention humaine. D'autre part, les *cycles techniques* concernent l'ensemble des éléments non-biodégradables, tels que métaux et certains plastiques. Il importe d'évaluer à quel(s) cycle(s) sont mobilisés par une entreprise/un écosystème.

Le diagramme « Butterfly » (en papillon) développé par (Fondation Ellen MacArthur, 2009) est illustré à la figure 1. Les cycles biologiques et techniques sont représentés respectivement à gauche et droite avec des boucles liées à des stratégies décrites plus loin. Ainsi, au niveau technique, les boucles les plus courtes et efficaces sont du

partage puis de la réparation, les plus longues sont le recyclage des matières premières, qui implique des coûts plus importants de collecte, tri et traitement.

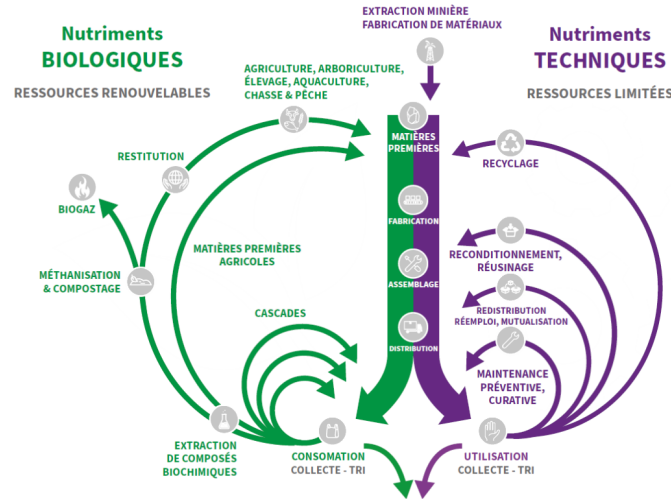


FIGURE 1. *Modèle « Butterfly »*

Diverses *stratégies de maintien/remise en circulation* alimentent l'EC, notamment les « stratégies en R » (cf. l'initiale « R »), avec notamment des approches de *Réduction* pour limiter la quantité de ressources nécessaires à la fabrication; de *Réutilisation* pendant la vie du produit pour la prolonger au maximum en réutilisant ou en réparant, ou encore de *Recyclage*, en fin de vie du produit. Ce concept peut s'étendre et se décliner sous d'autres formes notamment ReSOLVE (Régénérer, Partager, Optimiser, Boucler, Visualiser et Échanger) (MacArthur Foundation and McKinsey, 2015).

Pour mettre en place l'EC, des extensions à des outils d'analyse sont proposés, notamment un business model canevas et une chaîne de valeur circulaire développés par (Circulab, 2012). Ils permettent d'identifier des possibilités de prochain usage, les flux circulaires, ainsi que les impacts positifs et négatifs au niveau sociétal ou environnemental, y compris de possibles « effets de rebond ».

### 3. Cas d'étude: la construction

L'industrie de la construction serait responsable de plus de 30% de l'extraction des ressources naturelles et de 25% des déchets solides mondiaux. La plupart des bâtiments existants ne peuvent pas être déconstruits facilement afin d'y récupérer les matériaux qui deviennent inutilisables à la fin de vie de ce bâtiment. Au sein de l'Union Européenne, 5 à 12% des émissions de gaz à effet de serre proviennent de ce domaine, ce qui en fait un secteur à haut potentiel de réduction des émissions, estimé à 80% (ARUP, 2016)

Pour ce secteur, une prise de conscience des besoins de circularité émerge mais sa mise en oeuvre est lente, même pour de nouveaux projets car les parties prenantes ne maîtrisent pas encore les concepts et sont confrontés à divers obstacles liés à la complexité de l'écosystème ou de la réglementation. Il est cependant possible d'envisager des « stratégies en R » plus efficaces en termes de réemploi des éléments des bâtiments à différents niveaux de finition en considérant les bâtiments comme des banques de matériaux tel que défini par le projet BAMB, « Building As Material Banks » (Bamb, 2016). Ceci nécessite cependant la mise en place de SI spécifiques qui se heurtent au retard du secteur en matière de TN. Le défi est donc d'activer des leviers sur les deux dimensions simultanément afin de faire progresser tout un secteur. Pour notre étude de cas, nous considérerons un écosystème belge décrit et caractérisé au point suivant.

#### 4. Méthodologie illustrée sur la cas d'étude

La méthodologie est structurée en 4 étapes d'un cycle de montée en maturité:

1. situer le niveau de maturité du domaine en question, à la fois en EC et TN;
2. construire la chaîne de valeur circulaire et/ou du business model circulaire;
3. analyser les besoins/barrières et les stratégies pour lever ces derniers;
4. identifier les technologies numériques utilisables pour la mise en oeuvre.

**Étape 1 - Situer la maturité tant au niveau circulaire que numérique** peut s'appuyer sur des indicateurs publiés. Dans notre cas, nous avons combiné la maturité numérique fournie par le baromètre digital wallon (Wallonia, 2022) et de maturité de l'économie circulaire selon l'index CEBIX (Circular Economy Business Index) (García-Sánchez *et al.*, 2021). Il combine 17 indicateurs couvrant des dimensions d'efficacité des processus, de réduction des émissions, de mise en oeuvre de boucles, de gestion des déchets, de recherche/innovation. Les deux indicateurs sélectionnés nous ont permis de situer la maturité du secteur de la construction à la figure 2.

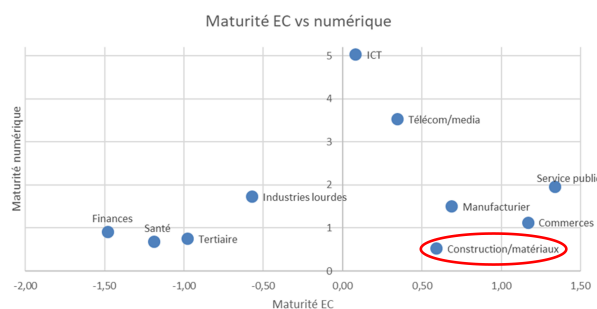


FIGURE 2. Maturité en EC vs TN

**Étape 2 - L'élaboration de la chaîne de valeur circulaire** permet d'identifier les acteurs actuels/émergents, ainsi que leurs manières actuelles de fonctionner en écosystème. Dans notre cas, ceci nous a permis de capturer la complexité des flux et d'identifier des acteurs sources d'innovation: Rotor DC, une société spécialisée dans

le démantèlement et de revente de matériaux, et Multipick réalisant le tri automatisé très rapide et fiable de déchets basé sur des techniques d'intelligence artificielle.

**Étape 3 - La définition de la stratégie se base sur l'analyse des besoins et barrières** issus de la chaîne de valeur établie au point précédent. Un point clef pour le succès de la transition circulaire est de gérer le nombre d'acteurs et d'interactions qui peut être important dans certains écosystèmes. Alors que dans le cadre d'une économie linéaire, les informations sont généralement peu partagées et suivent une chaîne logistique bien déterminée, dans un cadre circulaire, le partage doit être plus ouvert et dynamique. Ceci exige aussi un système de partage d'information plus adapté en termes d'ouverture, de décentralisation et de pérennité. La figure 3 illustre la stratégie envisagée qui simplifie les flux à travers tout le cycle de vie d'un bâtiment via un SI dédié à la conservation d'information sur le bâti.

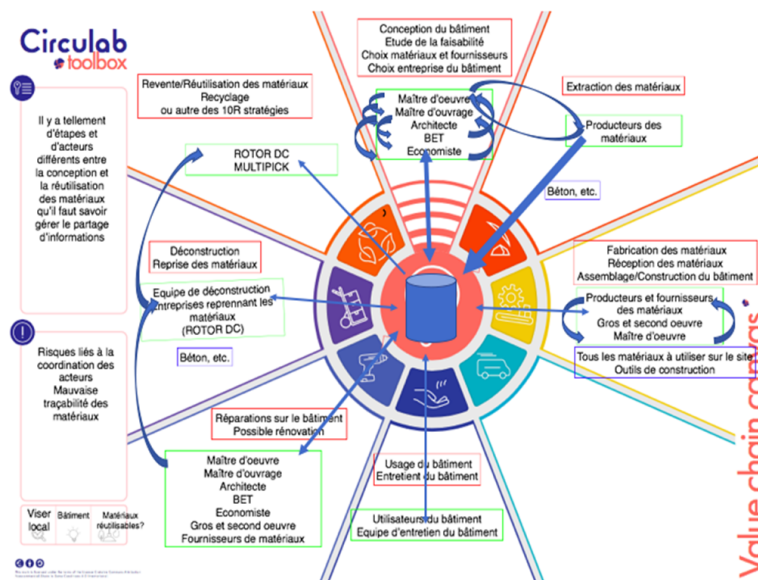


FIGURE 3. Flux structuré par un SI de partage d'information

**Étape 4 - L'identification de l'apport des SI** permet de proposer les technologies numériques les plus adéquates. Diverses technologies (communication, analytics, cyber physical systems, stockage de données, simulation,...) sont envisageables en fonction de leur capacité à soutenir certaines stratégies en R (Demestichas, Daskalakis, 2020). Dans notre cas, des solutions décentralisées de type Blockchain sont envisageables (Turk, Klinc, 2017) mais des obstacles de maturité et de coût énergétique font privilégier une solution plus centralisée gérée par un acteur neutre jouant le rôle de régulateur. Outre l'impact énergétique et environnemental, d'autres aspects sont aussi à étudier tels que l'adoption par les acteurs et la cybersécurité des SI déployés. A plus long terme, le changement de paradigme vers le « bâtiment comme service » est aussi à prendre en compte, avec comme facteur déclencheur l'adoption du télétravail et du flex office suite à la crise sanitaire du COVID.

## 5. Conclusion et perspectives

Cet article a esquissé une méthodologie itérative structurée permettant de soutenir la transition vers l'économie circulaire en s'appuyant sur une démarche de transformation numérique et basée sur l'utilisation d'outils d'évaluation de maturité ainsi que des canevas et chaînes de valeur adaptés pour un cadre circulaire. Nous avons illustré la démarche sur un cas issu de la construction, grand consommateur de ressources et en pleine phase de transformation numérique.

Bien que ciblée et limitée à une itération, notre démarche est généralisable pour un accompagnement plus long dans la transition et à travers d'autres domaines. Des travaux complémentaires seraient à envisager dans ce cadre. D'abord, il faudrait mettre en place une mesure de la montée en maturité ainsi qu'une feuille de route long terme pour la co-conduite de la transition circulaire et de la transformation numérique. Ensuite, les outils d'analyse, essentiellement papier, pourraient eux-mêmes être digitalisés et affinés, en considérant potentiellement des modèles plus élaborés, notamment d'architecture d'entreprises et d'accompagnement au changement. Enfin, des projets pilotes devraient être menés dans d'autres secteurs afin de collecter différents retours d'expérience pour alimenter des recommandations.

## Bibliographie

- ARUP. (2016). *The circular economy in the build environment*. <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-economy-in-the-built-environment>.
- Bamb. (2016). *Materials passports*. <https://www.bamb2020.eu/topics/materials-passports>.
- Circulab. (2012). *La toolbox circulab - des outils pour rendre votre entreprise plus circulaire*. <https://circulab.com/fr/toolbox-circular-economy>.
- Demestichas K., Daskalakis E. (2020). Information and communication technology solutions for the circular economy. *Sustainability*, vol. 12, n° 18, p. 7272.
- Fondation Ellen MacArthur. (2009). *Circular economy introduction*. <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>.
- García-Sánchez I.-M., Somohano-Rodríguez F.-M., Amor-Esteban V., Frías-Aceituno J.-V. (2021). Which region and which sector leads the circular economy? cebix, a multivariant index based on business actions. *Journal of Environ. Management*, vol. 297, p. 113299.
- MacArthur Foundation and McKinsey. (2015). *Growth within: a circular economy vision for a competitive europe*.
- Mergel I., Edelman N., Haug N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government Information Quarterly*, vol. 36, n° 4.
- Turk Ž., Klinc R. (2017). Potentials of blockchain technology for construction management. *Procedia engineering*, vol. 196, p. 638–645.
- Wallonia D. (2022). *Baromètre 2022 de maturité numérique des entreprises wallonnes*. <https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/entreprises2022/>.