

# L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Tout le catalogue sur  
[www.dunod.com](http://www.dunod.com)



Rémy  
Le Moigne

# L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Stratégie pour  
un monde  
durable

2<sup>e</sup> édition

DUNOD

## Maquette de couverture : Misteratomic

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, 2018

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff

[www.dunod.com](http://www.dunod.com)

ISBN 978-2-10-077344-2

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2<sup>o</sup> et 3<sup>o</sup> a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

# Sommaire



<b>Remerciements</b>	VII
<b>Introduction</b>	1
<b>Partie 1</b>	
<b>Vers une économie circulaire</b>	3
<b>Chapitre 1 ■ Les limites de l'économie linéaire</b>	5
<b>Chapitre 2 ■ Les enjeux de l'économie circulaire</b>	23
<b>Partie 2</b>	
<b>Les <i>business models</i> de l'économie circulaire</b>	53
<b>Chapitre 3 ■ Le recyclage des matières en boucle longue</b>	55
<b>Chapitre 4 ■ Le recyclage des matières en boucle courte</b>	89
<b>Chapitre 5 ■ L'exploitation de symbioses industrielles</b>	101
<b>Chapitre 6 ■ Le prolongement de la durée de vie d'un produit</b>	111

<b>Chapitre 7 ■ La vente de l'usage d'un produit</b>	137
<b>Chapitre 8 ■ Le partage de l'utilisation d'un produit</b>	153
<b>Partie 3</b>	
<b>Feuille de route pour une économie circulaire</b>	167
<b>Chapitre 9 ■ Quelles stratégies pour les entreprises ?</b>	169
<b>Chapitre 10 ■ Quelles stratégies pour les territoires ?</b>	193
<b>Conclusion</b>	215
<b>Index</b>	217

# Remerciements



**J**e remercie tous ceux qui ont contribué à la rédaction de ce livre et, en particulier, Laurent Auguste (Veolia), Fabrice Bonnifet (Bouygues), Jean-Philippe Hermine (Renault), François-Michel Lambert (Institut de l'économie circulaire), Robert Metzke (Philips), Hervé Montaigu (SEB), Angela Nahikian (Steelcase), Henry Saint Bris (Suez), Julie Robert, Sara Pereira et Chloé Schiltz des éditions Dunod.

Je remercie aussi Maya et Paolo qui m'ont accompagné tout au long de l'écriture de cet ouvrage.





*À Maya, pour Paolo.*



# Introduction



**L**a consommation des ressources naturelles, très faible pendant 3,8 milliards d'années, a connu une croissance exponentielle depuis la Révolution industrielle. Cette croissance se poursuit encore aujourd'hui. L'extraction de matières premières par habitant a augmenté de sept à dix tonnes entre 1970 et 2000.

Progressivement, les réserves des ressources naturelles diminuent et certaines d'entre elles s'épuisent. Les réserves en eau, si rien n'est fait, ne couvriront que 70 % de la demande en 2030. Les réserves disponibles en sol arable seraient seulement de 60 ans. Certains métaux, comme l'euporium qui est utilisé dans la fabrication des smartphones, présentent un risque élevé de pénurie. La raréfaction des ressources devient l'un des plus importants défis auquel l'humanité va devoir faire face.

Les stratégies d'utilisation efficace des ressources tardent cependant à être mises en œuvre. Les acteurs économiques préfèrent optimiser le modèle peu performant « extraire, fabriquer, utiliser puis jeter » de l'économie linéaire plutôt que d'adopter de nouveaux modèles. Ainsi, un tiers de la production alimentaire destinée à la consommation humaine dans le monde est perdue ou gaspillée. Seuls 6 % des matériaux qui circulent dans l'économie sont recyclés. Parmi les plus de 140 000 produits chimiques mis sur le marché, nombre d'entre eux ne sont pas recyclables et, quand ils le sont, ne disposent pas de filières de recyclage. De nombreux métaux, en dépit de leur quantité limitée et de leur coût d'exploitation très élevé, ne sont utilisés qu'une seule fois.

Pourtant, des pionniers ont démontré que d'autres modèles, utilisant plus efficacement les ressources, étaient possibles : les modèles de l'économie circulaire. La ville d'Amsterdam produit de l'engrais grâce à ses eaux usées. Covestro a développé un procédé de fabrication du plastique à partir de CO<sub>2</sub>. Novamont produit des emballages en plastique compostables. Delta Development Group construit les immeubles de bureau comme des banques de matériaux. Atlas Copco vend à ses clients de l'air comprimé au mètre cube plutôt que des compresseurs. SKF prolonge la durée de vie de ses roulements à billes en détectant les pannes avant qu'elles ne surviennent.

Les acteurs économiques doivent à présent, soutenus par des pouvoirs publics, entreprendre ou accélérer leur transition vers l'économie circulaire. Cette transition sera probablement difficile. Pendant plus d'un siècle, les produits, les procédés industriels, les réglementations et les fiscalités ont été optimisés pour l'économie linéaire. Par exemple, les énergies fossiles sont subventionnées à hauteur de 5,3 milliards de milliards de dollars, soit 6,5 % du PIB mondial, pour rester compétitives.<sup>1</sup> Mais cette transition est indispensable.

Cet ouvrage propose d'accompagner les entreprises et les territoires dans leur transition vers l'économie circulaire. Il est organisé en trois parties :

- La première présente les limites de l'économie linéaire et les enjeux de l'économie circulaire.
- La deuxième décrit les six principaux *business models* de l'économie circulaire.
- Enfin, la troisième propose une feuille de route pour les entreprises et les territoires qui veulent entreprendre une transition vers l'économie circulaire.

L'économie circulaire représente une formidable opportunité, non seulement environnementale mais aussi économique et sociale. C'est ce que cet ouvrage va s'efforcer de montrer.

---

<sup>1</sup> World Development.

## Partie 1

# Vers une économie circulaire



**D**ans une économie linéaire, les acteurs économiques consomment des matières premières comme si elles étaient inépuisables. Ils fabriquent des produits sans payer les coûts de la pollution. Ils vendent à des clients qui n'en ont pas forcément besoin des produits qui deviendront rapidement obsolètes. Enfin, ils ne récupèrent pas la valeur souvent élevée des produits qui ont atteint leur fin de vie.

L'économie linéaire n'est pas viable. Elle montre déjà de nombreuses limites. La transition vers une économie circulaire, plus durable, est aujourd'hui nécessaire.



# Chapitre 1

# Les limites de l'économie linéaire

## *Executive summary* |

- ▶▶ **L'économie circulaire** est héritée de la Révolution industrielle.
- ▶▶ **Elle repose** sur l'extraction, la transformation, l'utilisation, puis l'élimination des ressources.
- ▶▶ **Mais l'économie linéaire est-elle durable ?** Est-il encore possible de n'utiliser qu'une seule fois les métaux, de ne pas recycler l'eau ou de gaspiller le phosphore ou l'azote ?

Pendant 3,8 milliards d'années, la terre n'a produit aucun déchet. Elle a géré dans des cycles fermés les ressources indispensables à la vie, comme l'eau, l'azote, le carbone ou encore le phosphore. Les premiers hommes, apparus il y a environ 2,5 millions d'années, bouleversèrent peu ces cycles naturels. Ils utilisaient et réutilisaient avec sobriété des ressources auxquelles ils avaient un accès limité. Ils réutilisaient les déchets alimentaires comme alimentation pour les animaux. Ils réparaient les outils et ustensiles qui étaient souvent transmis de génération en génération. Ils apprirent à recycler les métaux, 1200 avant J.-C., et à extraire la cellulose des chiffons pour fabriquer du papier, au II<sup>e</sup> siècle. Au Moyen Âge, ils utilisèrent les matériaux issus de ruines romaines pour construire de nouveaux bâtiments médiévaux.

Mais l'apparition d'énergies bon marché, le charbon d'abord, le pétrole ensuite, donna accès, à faible coût, à de nombreuses ressources. Le charbon, grâce aux fourneaux à coke, permit de produire à bas coût de grandes quantités d'acier. Il fit également fonctionner des machines à vapeur dans les mines, les usines ou les locomotives. Au Royaume-Uni ou en France, d'importants secteurs industriels virent le jour comme la sidérurgie ou la construction mécanique. Avec l'industrialisation, les populations se regroupèrent dans les villes, favorisant la consommation de biens mais aussi la production de déchets.

Le modèle économique reposait sur une utilisation sans limite des ressources. Il consommait de grandes quantités de matières premières et produisait d'importantes quantités de déchets. Depuis, ce modèle n'a jamais cessé de se développer. Si en 1970 sept tonnes de matières premières étaient extraites par habitant, 30 ans plus tard ce chiffre s'élevait à dix tonnes.<sup>1</sup>

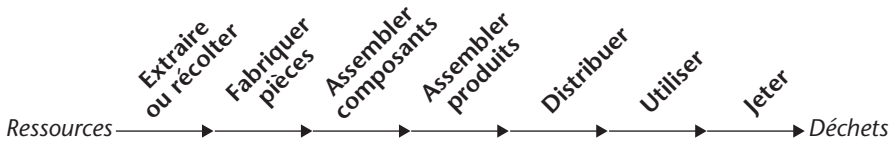
---

1 Programme des Nations Unies pour l'environnement.



## Qu'est-ce que l'économie linéaire ?

L'économie actuelle est ainsi basée sur le modèle linéaire « extraire, fabriquer, utiliser puis jeter » qui consomme des ressources naturelles et de l'énergie pour fabriquer des produits qui deviendront, en fin de compte, des déchets (voir figure 1.1).



**Figure 1.1 – Le flux des matériaux, des composants et des produits dans une économie linéaire**

1. Les matières premières sont d'abord extraites ou récoltées. Du minerai de fer est extrait des mines pour être transformé en fer. Du pétrole est extrait des gisements d'hydrocarbures. Du blé est récolté dans des exploitations agricoles.
2. Les matières premières sont ensuite utilisées pour fabriquer des pièces. Le fer est utilisé dans la fabrication de pièces métalliques, le pétrole dans celle de pièces en plastique, le blé dans celle de farine.
3. Les pièces sont ensuite assemblées en composants. Des films plastiques sont assemblés entre eux pour fabriquer des emballages multicouches. La farine est mélangée à de l'eau et de la levure pour fabriquer de la pâte à pain.
4. À leur tour, les composants sont assemblés entre eux pour fabriquer des produits comme des téléphones portables, des machines à laver ou encore des produits alimentaires.
5. Les produits sont distribués dans des points de vente ou vendus en ligne.
6. Le produit est alors acheté puis utilisé par un client.
7. Arrivé en fin d'usage ou en fin de vie, le produit est, le plus souvent, jeté.

De l'énergie est consommée à chacune de ces étapes, de l'extraction des matières premières à la mise en décharge du produit.

Dans une économie linéaire, la production, la distribution puis l'utilisation d'un produit, même d'un simple tee-shirt (voir encadré), consomme beaucoup de ressources et d'énergie et génère de nombreux déchets et émissions polluantes.

### Quel est le cycle de vie d'un tee-shirt ?



Un tee-shirt est fabriqué à partir de pétrole ou de coton. L'extraction du pétrole est une activité polluante. La production du coton l'est également. Si elle ne couvre que 2,4 % des terres arables, elle consomme à elle seule 24 % des insecticides et 11 % des herbicides utilisés dans le monde.<sup>1</sup>

Le coton est utilisé dans la fabrication de fibres naturelles, le pétrole dans celle de fibres synthétiques comme le polyester. Les fibres, par filage, sont transformées en fils.

Les fils sont tissés pour fabriquer du tissu. Le tissu est ennobli : teinture, impression, apprêtage, enduction, etc. L'ennoblissement consomme d'importantes quantités d'eau pour le lavage, le rinçage ou l'application de colorants et de produits d'apprêt. Au total, la fabrication d'un tee-shirt consomme 2 700 litres d'eau.<sup>2</sup> Ces traitements utilisent également de nombreux produits chimiques comme des colorants, des pigments ou des acides. Une partie de ces produits est rejetée dans les effluents. L'industrie textile est responsable de la pollution de l'eau à hauteur de 21 % en Chine, 44 % au Maroc et jusqu'à 94 % au Lesotho.<sup>3</sup> La fabrication du tissu est également responsable d'importantes émissions de gaz à effet de serre : 23 kg de gaz à effet de serre par kg de tissu.<sup>4</sup>

Les tissus sont découpés puis assemblés pour fabriquer un tee-shirt. Les chutes de tissu, par exemple, peuvent être la cause d'importantes pertes de matière. L'industrie du textile au Royaume-Uni perd près d'un tiers de la matière tout au long du procédé de fabrication des vêtements.<sup>5</sup>



1 WWF.


2 WWF.

3 World Bank.

4 McKinsey.

5 WRAP.

• • •



Le tee-shirt est livré dans un point de vente en parcourant souvent de nombreux kilomètres. Du champ de coton au point de vente, un jean peut parcourir jusqu'à une fois et demie le tour de la terre.<sup>1</sup> Le tee-shirt est ensuite vendu puis utilisé. Durant son utilisation, il continuera à être une source de pollution. Par exemple certains vêtements en fibre synthétique, les polaires par exemple, libèrent lors de leur lavage des microfibres qui ne sont pas toujours filtrées par les stations de traitement des eaux et qui finissent dans les océans. Un lavage en machine de 6 kg de linge peut libérer plus de 700 000 fibres.<sup>2</sup> Mais il est également possible que le tee-shirt reste inutilisé dans un tiroir. 30 % des vêtements dans les dressings du Royaume-Uni seraient inutilisés depuis plus d'un an.<sup>3</sup> Enfin, arrivé en fin d'usage, le tee-shirt, peut-être encore en bon état, sera probablement jeté. Les vêtements usagés représentent à eux seuls près de 8 % des déchets urbains solides aux États-Unis. Consommer de très importantes quantités d'eau, une ressource critique, et générer d'importantes quantités de déchets, souvent toxiques, pour fabriquer un tee-shirt dont les clients n'auront peut-être pas besoin ne peut pas être viable.

Dans une économie linéaire, les ressources sont extraites, transformées, utilisées puis jetées d'une façon souvent très préjudiciable pour l'environnement.

## Extraire

L'économie s'est appuyée pendant des décennies sur une utilisation sans limite des ressources. Mais aujourd'hui, des ressources critiques, comme l'eau, les sols ou les nutriments se raréfient tandis que d'autres, comme les métaux, sont gaspillées.

1 ADEME.

2 Marine Pollution Bulletin.

3 WRAP.