

Circular economy, a matter of taking initiatives instead of accepting the status quo

The current and traditional, linear extract-produce-use-and-dump material and energy flow model of the modern economic system is anything but sustainable. In a linear system companies make products and consumers use and dispose. Thus, the material flow is understood as the conceptual logic of value creation, with only virgin material entering the flow. Such a linear production model incurs unnecessary resource losses in several ways: production chain and end-of-life waste, excessive energy use and erosion of ecosystems [Ellen MacArthur Foundation 2012; Michelini et al. 2017].

Throughout its evolution and diversification, our industrial economy has hardly moved beyond the linear model of resource consumption that was established in the early days of industrialisation. Companies harvest and extract essential ingredients, use them to manufacture products, and sell these products to consumers, who then discard them when they no longer serve their purpose. Granted, some major strides have been made in improving resource efficiency and exploring new forms of energy. However, a system based on consumption rather than on the restorative use of non-renewable resources entails significant losses of value and negative effects all along the material chain [Ellen MacArthur Foundation 2012].

Low resource prices relative to labour costs have generated a wasteful system of resource use. The biggest economic efficiency gains have resulted from using more resources, especially energy, to reduce labour costs. In linear systems, disposal of products in landfills entails the loss of all their residual energy. Although incineration or recycling of discarded products recoups a small part of the residual energy; reuse, on the other hand, saves significantly more.

The erosion of ecosystem services over the last two centuries is often poorly understood. These services are the benefits derived from ecosystems which support and enhance human wellbeing: e.g. forests, which absorb carbon dioxide and emit oxygen, add to soil carbon, regulate water tables, as well as a host of other benefits. The Millennium Ecosystem Assessment¹ examined 24 ecosystem services, varying from a direct service such as food provision to a predominantly indirect one such as ecological control of pests and diseases. This assessment found out that 15 out of 24 services are being degraded or used unsustainably [Steffen et al. 2011]. In other words, humanity now consumes more than the productivity of Earth's ecosystems can provide sustainably and is thus reducing Earth's natural capital, not just living off of its productivity. It cannot go on like this, there is no doubt about that.

The linear throughput flow model has dominated the overall development causing serious environmental harm and, even worse, adverse effects on human and animal health. Unlike traditional recycling the practical policy and business orientated circular economy approach requires product, component and material reuse, remanufacturing, refurbishment, repair, cascading and upgrading [Rau

¹ Available online at <https://www.millenniumassessment.org/en/About.html>

& Oberhuber 2017; Borritz 2018]. Moreover, the approach appeals for solar, wind, biomass as well as waste-derived energy utilization throughout the product value chain and cradle-to-cradle life cycle [McDonough & Braungart 2002; Rashid et al. 2013, Ellen MacArthur Foundation 2012; Korhonen et al. 2018]. Incidentally, since the European Union (EU) has no choice but to go for the transition to a resource efficient and an ultimately regenerative circular economy, it has designated resource efficiency as one of the flagships of its Europe 2020 strategy [Tukker 2015].

Insert — What are the main findings of the Millennium Ecosystem Assessment?

(more information available online on <https://www.millenniumassessment.org/en/About.html>)

1. Over the past 50 years, humans have changed ecosystems more rapidly and extensively than in any comparable period of time in human history, largely to meet rapidly growing demands for food, fresh water, timber, fiber and fuel. This has resulted in a substantial and largely irreversible loss in the diversity of life on Earth.
2. The changes that have been made to ecosystems have contributed to substantial net gains in human well-being and economic development, but these gains have been achieved at growing costs in the form of the degradation of many ecosystem services, increased risks of nonlinear changes, and the exacerbation of poverty for some groups of people. These problems, unless addressed, will substantially diminish the benefits that future generations obtain from ecosystems.
3. The degradation of ecosystem services could grow significantly worse during the first half of this century and is a barrier to achieving the Millennium Development Goals.
4. The challenge of reversing the degradation of ecosystem while meeting increasing demands for services can be partially met under some scenarios considered by the Millennium Assessment, but will involve significant changes in policies, institutions and practices that are not currently under way. Many options exist to conserve or enhance specific ecosystem services in ways that reduce negative trade-offs or that provide positive synergies with other ecosystem services.

The circular economy concept is trending, and much lip service is paid to it these days. Kirchherr et al. [2017] have gathered a comprehensive set of 114 circular economy definitions and systematically analysed it against a coding framework to provide transparency regarding current circular economy understandings. Their preferred definition reads: *A circular economy describes an economic system that is based on business models which replace the end-of-life concept with reducing, alternatively reusing, recycling and recovering materials in production/distribution and consumption processes, thus operating at the micro level (products, companies, consumers), meso level (eco-industrial parks) and macro level (city, region, nation and beyond), with the aim to accomplish sustainable development, which implies creating environmental quality, economic prosperity and social equity, to the benefit of current and future generations.*

Also, the definition by the Ellen MacArthur Foundation [2012] is often cited in recent publications. It reads: *“... an industrial system that is restorative or regenerative by intention and design. It replaces the end-of-life concept with restoration, shifts towards the use of renewable energy, eliminates the use of toxic chemicals, which impair reuse, and aims for the elimination of waste through the superior design of materials, products, systems, and, within this, business models.*

In their review on circular economy Ghisellini et al. [2016] emphasize that circular economy predominantly relates to the 4R approach, i.e. reduction, reuse, recycling and recovery. However, in

reality most policy has been oriented towards promoting the third. Circular economy has more often been considered only as an approach to more appropriate waste management. Such a limited point of view is heading for failure, in that some recycling, reuse or recovery options may either not be appropriate in a given context while instead fitting other situations and, more than that, some conversion options may end up being much more expensive and impacting than the conventional technology addressed, which calls for prevention rather than treatment.

Circular economy is seen as a new business model expected to lead to a more sustainable development and a harmonious society. Sustainable development requires balanced and simultaneous consideration of the economic, environmental, technological and social aspects of a specifically examined economy, sector, or individual industrial process and of the interaction between all these aspects. It has been defined in many ways, but the most frequently quoted definition is from *Our Common Future*, also known as the Brundtland Report [1987]: *Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.*

Circular economy contributes positively to reconcile all these elements, thanks to its underlying rationale, mainly rooted in environmental and political [Birat 2015] as well as economic and business aspects [Ellen MacArthur Foundation 2012]. It promotes a more appropriate and environmentally sound use of resources aimed at the implementation of a greener economy, characterized by a new business model and innovative employment opportunities and by improved wellbeing and evident impacts on equity: *A world in which poverty is endemic will always be prone to ecological and other catastrophes* [Brundtland Report 1987].

The future challenges which remain ahead mean that fundamental principles must also be questioned. Can a regenerative model emerge without any changes to fiscal policies, for example? The importance of the shift's impact on commodity markets, coupled with the need to address unemployment (and immigration) in Europe, raises questions about the usefulness of continuing to tax labour rather than resources. Moreover, there seems to be an increasingly widespread view amongst European business leaders that our current economic models will not provide long-term prosperity in the context of global population growth and resource constraints.

Circular economy means rethinking and redesigning our future and there have been promising signs of a shift. But reaching our goal will demand a pioneering sense of purpose if the ambitions are to be fulfilled with a system that rebuilds our economic, social and natural capital. Efforts are required from all stakeholders, industries and industry federations, academia as well as policymakers. The builders always get more pleasure and satisfaction than those complaining on the side lines!

Within the context of circularity, plastics are a key material. It goes without saying that a lot of attention is paid to plastics, this does not mean however that other materials should be neglected.

Although circular economy is an approach which will lead to considerable changes in numerous branches of modern economy; it is equally important for other materials such as glass, metal, wood, paper and cardboard.

The world plastic production is continuously growing. It has experienced an exponential growth over the past half century and the plastic market does not seem prepared to accept a setback, growing approximately 10 – 15 Mt (million tons) each year. Unfortunately, there is no alignment between the production rate increase and adequate results in waste management, as the latter still widely underperforming [Geyer et al. 2017; Foschi & Bonoli 2019]. Some 6300 Mt of plastic waste were globally generated in 2015, of which ~9 % was recycled, ~12 % was incinerated and ~79 % was disposed in landfills as well as in the natural environment. The world ocean is nowadays the main hub of mismanaged plastic waste. The biggest plastics island, the so-called Great Pacific garbage patch, is located in the north central Pacific Ocean [Lebreton et al. 2018]. The Mediterranean Sea must as well be considered as an additional accumulation zone of floating plastic debris [Cózar et al. 2015].

There is still a lot of work to be done. In 2016 ~17 Mt European plastic packaging waste was collected, of which merely ~41 % (less than half) was recycled [Plastics Europe 2017]. The European Commission is strongly working on waste traceability. Accounting for 60 % of post-consumer plastic waste, among European measures, plastic packaging covers a priority role: the recent Strategy for Plastics in a Circular Economy has set very ambitious goals for plastic packaging sustainability. In fact, the European Commission aims to achieve 100 % of reusable or easily recyclable plastic packaging placed on the market by 2030 [European Commission 2018]. This means that the packaging industry is seen as the cornerstone for a broader vision of the sustainable plastic value chain.

Moreover, Europe wants to lead the struggle against plastic pollution. On January 18th the European Union member states confirmed the provisional agreement reached between the presidency of the Council and the European Parliament on a new directive to introduce restrictions on certain single-use plastic products. In 2021 European citizens will say goodbye to plastic cutlery, plastic plates and plastic straws. These measures follow the latest estimates on marine litter: according to the European Commission, plastics make up ~85 % of beach litter. Large plastic pieces injure, suffocate and often kill marine animals, including protected and endangered species. But it is microplastics that have reached record levels of concentration, threatening humans and other animals, by entering the food chain.

The market restriction of plastic cutlery and dishes is shifting manufacturing from virgin plastic to recycled, biodegradable and compostable plastic and alternative materials: e.g. beverage bottles will contain 30 % recycled material by 2030. Other requirements are necessary to prevent (marine) littering. Not least the awareness of the citizens, which has a very important role in promoting responsible behaviour. The proposal for the *Directive on the Reduction of the Impact of Certain Plastic Products on the Environment* calls for collaboration among policy makers, industrial stakeholders, trade associations and consumers. Even if Member States will have two years to transpose the

Directive into national laws, it makes no sense to wait any longer. Today, rather than tomorrow, initiatives must be strengthened and disseminated on a large European scale.

Given the gigantic amount of plastics used, bioplastics may be a way to get a handle on the overwhelming waste problem. Hence, great efforts have been made in developing degradable biological materials without any environmental pollution to replace oil based traditional plastics [Nampoothiri et al. 2010].

Biodegradable materials are undoubtedly eco-friendly, but they have certain limitations such as high production costs and quite poor mechanical properties. The decrease in the fossil fuel availability exacerbates the shortage of resources and promotes the need to create bioplastic materials [Thakur et al. 2018]. Therefore, natural polymers and polymers from renewable resources seem to be an alternative to conventional plastics. Their use is also advantageous from an economic point of view: generally, their production requires less energy and does not result in toxic by-products. The demand for bioplastics is constantly growing because they are applied in various contexts to manufacture ever more complex products. In 2017, the amount of biodegradable plastics produced at the global level was about 880 Gg (gigagram), corresponding to less than 0.3 % of the total amount of plastics produced that year. The demand for bioplastics is expected to grow to about 6 Mt per year². To a large extent, they will also affect the packaging industry [Dobrucka 2019].

A particular interest has been given by aliphatic polyesters such as polylactide and polyhydroxyalkanoates. Dobrucka [2019] describes the current bioplastic market as well as some promising examples of the latest developments in bioplastic packaging materials. Bioplastics seem to become an alternative to conventional packaging plastics.

Since the focus has shifted to the creation of a sustainable environment and the prevention of plastic waste disposal in both the terrestrial and aquatic environments, the production of bioplastics has gained much attention. However, the main challenge deals with the improvement of internal management to better meet the expectations (is there anyone who finds a healthy world unimportant?). The necessary modification of internal management could intensely affect supply chains, processes, marketing services and waste operations. Integrated skills and expertise are indispensable to be innovative and remain in this competitive market. The urgency, the scope and the complexity of the issue of sustainability mean that we will need all hands-on deck. It goes without saying that there is but one basic requirement for an effective circular economy approach: efforts are required from all stakeholders, industries and industry federations, academia as well as policymakers. All are crucial links in the chain; one missing link could cause the chain to snap.

² Available online at <https://www.european-bioplastics.org/>

As a sideline it is relevant to mention that a seminar on bioplastics is planned by the Belgian Packaging Institute. This seminar will pay attention to basic concepts and especially specific food applications. Non-food and the current market situation as well as some future perspectives within a circular economy context will be discussed.

The seminar will be in Dutch and will take place on June 20th. For more info: www.ibebevi.be/nl.

References

- Birat [2015]. Life-cycle assessment, resource efficiency and recycling, *Metallurgical Research & Technology* 112, 206, pp. 24
- Borritz [2018]. *Au-delà de la propriété*, La Découverte, Paris, pp. 248
- Brundtland Commission [1987]. *Our Common future*, Oxford University Press, pp. 383
- Cózar et al. [2015]. Plastic accumulation in the Mediterranean Sea, *PLoS One* 10, 4, pp. 12
- Dobrucka [2019]. Bioplastic Packaging Materials in Circular Economy, *LogForum* 15, 1, 129 - 137
- Ellen MacArthur Foundation [2012]. *Towards the circular economy - Economic and business rationale for an accelerated transition*, pp. 99
- European Commission [2018]. *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy*, pp. 18
- Foschi & Bonoli [2019]. The Commitment of Packaging Industry in the Framework of the European Strategy for Plastics in a Circular Economy, *Administrative Sciences* 9, 1, pp. 18
- Geissdoerfer et al. [2017]. The Circular Economy—A new sustainability paradigm?, *Journal of cleaner production* 143, 757 – 768
- Geyer et al. [2017]. Production, use, and fate of all plastics ever made, *Science advances* 3, 7, pp. 5
- Ghisellini 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
- Kirschherr et al. [2017]. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions, *Resources, Conservation and Recycling* 127, 221 - 232
- Korhonen et al. [2018]. Circular Economy: The Concept and its Limitations, *Ecological Economics* 143, 37 – 46
- Lebreton et al. [2018]. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic, *Scientific reports* 8, 1, pp. 15
- McDonough & Braungart [2002]. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, pp. 193
- Michelini et al. [2017]. From linear to circular economy: PSS conducting the transition, *Procedia CIRP* 64, 2 – 6
- Nampoothiri et al. [2010]. An overview of the recent developments in polylactide (PLA) research, *Bioresource Technology* 101, 22, 8493 - 8501
- PlasticsEurope [2017]. *Plastic—The Facts 2017*, Plastics Europe, Brussels, pp. 44
- Rashid et al. [2013]. Resource Conservative Manufacturing: an essential change in business and technology paradigm for sustainable manufacturing, *Journal of Cleaner Production* 57, 166 – 177

Rau & Oberhuber [2017]. *Material Matters – Het alternatief voor onze rooibouwmaatschappij*, Bertram + de Leeuw, Haarlem, pp. 229

Steffen et al. [2011]. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives, *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 369, 842 – 867

Thakur et al. [2018]. Sustainability of bioplastics: Opportunities and challenges, *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry* 13, 68 - 75

Tukker [2015]. Product services for a resource-efficient and circular economy – a review, *Journal of Cleaner Production* 97, 76 – 91

Circulaire economie, initiatieven nemen in plaats van de status quo te accepteren

Het huidige traditionele, lineaire extraheer-produceer-gebruik-en-dump model voor materiaal- en energiestromen van het moderne economische systeem is allesbehalve duurzaam. In een lineair systeem maken de bedrijven producten en de consument gebruikt ze en werpt ze weg. De materiaalstroom wordt dus conceptueel gezien als het creëren van waarde, waarbij alleen maar wordt uitgegaan van nieuw materiaal. Een dergelijk lineair productiemodel leidt op verschillende manieren tot onnodig verlies van middelen: afval tijdens de productie en afgeschreven materiaal, overdadig energiegebruik en ecosysteem erosie [Ellen MacArthur Foundation 2012; Michelini et al. 2017].

Tijdens zijn evolutie en diversificatie oversteeg onze industriële economie nauwelijks het lineair model van verbruik van basisgrondstoffen uit de vroegste periode van de industrialisatie. De bedrijven oogsten en extraheren de essentiële grondstoffen om er hun producten van te maken; nadien verkopen ze die aan de consument, die ze wegwerpt wanneer ze niet langer nuttig zijn. Toegegeven, er werden wel wat stappen gezet om de efficiëntie van het grondstoffenverbruik te verbeteren en om nieuwe vormen van energie te verkennen. Echter, een systeem dat is gebaseerd op consumptie eerder dan op hergebruik van niet-hernieuwbare materialen leidt tot significante waardeverliezen en heeft negatieve effecten op de materiaalketen [Ellen MacArthur Foundation 2012].

Lage grondstofprijzen in verhouding tot arbeidskosten hebben geleid tot een verkwisting van gebruikte grondstoffen. De grootste economische winst aan efficiëntie was het gevolg van het toenemend gebruik van basisingrediënten, met name van energie, om de arbeidskosten te drukken. In een lineair systeem betekent het afdanken van producten op stortplaatsen dat al hun resterende energie verloren gaat. Bij verbranding of recyclage van afgedankte producten wordt een klein deel van de restenergie teruggewonnen. Hergebruik, daarentegen, bespaart aanzienlijk meer.

Wat men vaak slecht begrijpt is de erosie van ecosysteemdiensten de voorbije twee eeuwen. Het gaat hier om de voordelen die ecosystemen aanbieden om het menselijk welzijn te verbeteren: de bossen die b.v. koolstofdioxide absorberen en zuurstof afgeven, die koolstof toevoegen aan de bodems, die de waterspiegel op peil houden, en die nog een heel stel andere voordelen hebben. Het Millennium Ecosystem Assessment³ heeft 24 ecosysteemdiensten, variërend van een directe dienstverlening zoals het verschaffen van voeding tot een vrijwel uitsluitend indirecte dienst zoals de ecologische bestrijding van ongedierte en ziekten, geëvalueerd. En men moest vaststellen dat 15 van de 24 diensten waren verminderd of niet duurzaam waren [Steffen et al. 2011]. Met andere woorden, nu verbruikt de mens meer dan de productiviteit die het systeem Aarde op een duurzame manier kan verstrekken. We

³ Beschikbaar op het internet: <https://www.millenniumassessment.org/en/About.html>

verminderen dus de natuurlijke reserves van de Aarde omdat we niet toekomen met hetgeen ze produceert. Het lijkt geen twijfel dat het zo niet verder kan.

Het lineaire doorstroommodel domineerde de algemene ontwikkeling en veroorzaakte heel wat milieuschade en, erger nog, negatieve gevolgen voor de gezondheid van mens en dier. In tegenstelling tot de traditionele recyclage vereist de praktische beleids- en bedrijfsgeoriënteerde circulaire economie dat producten, onderdelen evenals materialen worden hergebruikt, hermaakt, opgeknapt, hersteld, trapsgewijs verbeterd en opgewaardeerd [Rau & Oberhuber 2017; Borritz 2018]. Bovendien doet een dergelijke aanpak beroep op het benutten van zonne- en windenergie, maar ook energie uit biomassa en afval voor zijn productwaardeketen en cradle-to-cradle levenscyclus [McDonough & Braungart 2002; Rashid et al. 2013, Ellen MacArthur Foundation 2012; Korhonen et al. 2018]. Overigens heeft de Europese Unie (EU) een efficiënt grondstoffenbeleid aangeduid als het vlaggeschip van zijn Europa 2020 strategie [Tukker 2015], omdat de EU niet anders kan dan opteren voor de overgang naar een grondstoffen-efficiënte en uiteindelijk regeneratieve circulaire economie.

Insert — De belangrijkste bevindingen van het Millennium Ecosystem Assessment

(er is meer informatie beschikbaar op <https://www.millenniumassessment.org/en/About.html>)

1. Tijdens de afgelopen 50 jaar heeft de mens de ecosystemen sneller en ingrijpender veranderd dan in om het even welke vergelijkbare periode in de menselijke geschiedenis, en dit grotendeels om te voldoen aan de snelgroeiende vraag naar voedsel, drinkwater, hout, vezels en brandstof. Het resultaat is een substantieel en grotendeels onomkeerbaar verlies in de diversiteit van het leven op aarde.
2. De veranderingen die werden aangebracht aan de ecosystemen hebben bijgedragen tot een aanzienlijke netto winsten voor het welzijn van de mens en de economische ontwikkeling, maar deze winsten leidden tot stijgende kosten in de vorm van de achteruitgang van veel ecosysteemdiensten, verhoogde risico's van niet-lineaire veranderingen, en een toename in armoede voor sommige groepen. Deze problemen zullen, tenzij ze worden aangepakt, de voordelen van de ecosystemen voor toekomstige generaties aanzienlijk verminderen.
3. De afname in ecosysteemdiensten zou in de eerste helft van deze eeuw aanzienlijk erger kunnen worden en dit bemoeilijkt het behalen van de millenniumdoelstellingen voor ontwikkeling.
4. De uitdaging om de achteruitgang van het ecosysteem om te keren en aan de toenemende vraag naar diensten te voldoen, kan gedeeltelijk worden opgevangen in sommige scenario's die door het Millennium Assessment worden behandeld. Daarvoor zijn er wel aanzienlijke veranderingen in het beleid, in de instellingen en de praktijk nodig en die zijn momenteel niet in voorbereiding. Er bestaan weliswaar heel wat opties om de specifieke ecosysteemdiensten te behouden of te verbeteren op een manier die negatieve neveneffecten verminderen of die zorgen voor positieve synergieën met andere ecosysteemdiensten.

Het concept van de circulaire economie is trending en krijgt tegenwoordig veel lippendienst. Kirchherr et al. [2017] verzamelden een uitgebreide set van 114 definities voor circulaire economie, analyseerden die systematisch tegen een coderingskader met de bedoeling duidelijkheid te brengen in wat er door circulaire economie wordt verstaan. Hun voorkeurdefinitie luidt: *Circulaire economie beschrijft een economisch systeem dat is gebaseerd op bedrijfsmodellen die het end-of-life-concept vervangen met matigen, alternatief hergebruiken, recycleren en terugwinnen van materialen in productie, distributie- en consumptieprocessen. Daarvoor moet ze ingrijpen op het microniveau (producten, bedrijven, consumenten), mesoniveau (eco-industriële parken) en macroniveau (de stad, regio, natie en meer), met het doel duurzame ontwikkeling tot stand te brengen. Dat laatste houdt in*

dat er milieukwaliteit, economische welvaart en sociale rechtvaardigheid worden gecreëerd, ten voordele van de huidige zowel als van de toekomstige generaties.

Ook wordt er in recente publicaties dikwijls verwezen naar de definitie van de Ellen MacArthur Foundation [2012]. Deze luidt als volgt: ... *een industrieel systeem dat herstellend of regenererend is door intentie en ontwerp. Het vervangt het end-of-life-concept door herstelling, verschuift in de richting van het gebruik van hernieuwbare energie, vermijdt het gebruik van giftige chemicaliën, die hergebruik belemmeren en streeft naar de eliminatie van afval door een beter ontwerp van materialen, producten, systemen, met inbegrip van de bedrijfsmodellen.*

In hun bespreking van de circulaire economie benadrukken Ghisellini et al. [2016] dat circulaire economie overwegend betrekking heeft op de 4R-benadering, d.w.z. reduction (vermindering), reuse (hergebruik), recycling (recyclage) en recovery (herstel). Maar in werkelijkheid is het beleid (al te) veel gericht op het bevorderen van de derde R. Circulaire economie wordt meestal alleen beschouwd als een benadering voor een beter geschikt afvalbeheer. Een dergelijk beperkt standpunt leidt tot mislukking, omdat sommige opties voor recyclage, hergebruik of herstel niet geschikt zijn in een bepaalde context, maar wel in andere situaties passen en bovenal omdat sommige omschakelingsopties uiteindelijk veel duurder uitvallen en meer weerslag hebben dan de conventionele technologie. Dit vraagt om preventie eerder dan om behandeling.

Circulaire economie wordt gezien als een nieuw bedrijfsmodel waarvan men verwacht dat het zal leiden tot een duurzamere ontwikkeling en een harmonieuze maatschappij. Duurzame ontwikkeling vereist evenwichtige en gelijktijdige aandacht voor de economische, milieu-, technologische en maatschappelijke aspecten van de bestudeerde economie, sector of afzonderlijke industriële processen en van de interacties hiervan. Er bestaan heel wat definities; de meest vermelde is deze van *Our Common Future*, beter bekend als het Brundtland Rapport [1987]: *Duurzame ontwikkeling is ontwikkeling die voldoet aan de behoeften van het heden zonder afbreuk te doen aan de capaciteit van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien.*

Circulaire economie heeft een positieve bijdrage in de verzoening van alle elementen, dankzij de onderliggende rationale die zowel is geworteld in aspecten van milieu en politiek [Birat 2015] als in economische en bedrijfsaspecten [Ellen MacArthur Foundation 2012]. Ze promoot een beter aangepast en milieuvriendelijk gebruik van de basisgrondstoffen ten behoeve van de implementatie van een groenere economie, gekenmerkt door een nieuw businessmodel en innovatieve werkgelegenheidskansen en door een verbeterd welzijn en vanzelfsprekende effecten voor rechtvaardigheid: *Een wereld met endemische armoede zal altijd vatbaar zijn voor ecologische en andere catastrofes* [Brundtland Report 1987].

De uitdagingen die nog in het verschiep liggen, brengen met zich mee dat de fundamentele beginselen ook ter discussie moeten worden gesteld. Kan een regeneratief model bijvoorbeeld ontstaan zonder enige wijzigingen in het fiscaal beleid? Het belang van de impact van de shift op de grondstofmarkten,

gekoppeld aan de noodzaak om werkloosheid (en immigratie) in Europa aan te pakken, roepen vragen op over het nut van de blijvende belasting op arbeid en niet op de basisgrondstoffen. Bovendien lijkt er bij Europese bedrijfsleiders een steeds wijder verbreid beeld te bestaan dat onze huidige economische modellen op de lange termijn geen welvaart zullen bieden omwille van de groei van de wereldbevolking en de beperkingen aan grondstoffen.

Circulaire economie betekent een nieuw bedenken en ontwerpen van onze toekomst en er zijn veelbelovende tekenen van een verschuiving. Maar ons doel bereiken vereist een baanbrekend besef van de doelstelling indien we willen dat de ambities vervuld worden met een systeem dat ons economisch, sociaal en natuurlijk kapitaal weer opbouwt. De inspanningen van alle belanghebbenden zijn vereist; de industrieën en industriële federaties, de academici en de beleidsmakers. Diegenen die bouwen zullen meer plezier beleven en voldoening ervaren dan degenen die aan de zijlijn staan te klagen!

Voor de circulariteit zijn kunststoffen een sleutel materiaal. Het spreekt voor zich dat er veel aandacht is voor kunststoffen, maar dit betekent niet dat andere materialen verwaarloosd mogen worden. Circulaire economie is een benadering die zal leiden tot aanzienlijke veranderingen in tal van takken van de moderne economie; en is net zo belangrijk voor andere materialen zoals glas, metaal, hout, papier en karton.

De productie van kunststof in de wereld neemt voortdurend toe. De groei was de afgelopen halve eeuw exponentieel en de kunststofmarkt lijkt niet voorbereid een terugval te aanvaarden, nu de groei ongeveer 10 - 15 Mt (miljoen ton) per jaar bedraagt. Helaas is er geen afstemming tussen de verhoging van de productiesnelheid en de adequate resultaten in afvalbeheer, dat nog steeds erg slecht presteert [Geyer et al. 2017; Foschi & Bonoli 2019]. In 2015 werd er wereldwijd ongeveer 6300 Mt plastic afval geproduceerd, daarvan werd ~9 % gerecycleerd, ~12 % verbrand en ~79 % afgevoerd naar stortplaatsen en naar de natuurlijke omgeving. De wereldoceaan is tegenwoordig het belangrijkste opvangcentrum voor slecht beheerd kunststofafval. Het grootste plastic eiland, de zogenaamde Great Pacific garbage patch, de vuilnisbelt in de Stille Oceaan, bevindt zich in het noorden van de centrale Stille Oceaan [Lebreton et al. 2018]. Maar op wereldschaal moet ook de Middellandse Zee beschouwd worden als een extra grote opvangzone van drijvend plastic afval [Cózar et al. 2015].

Er is dus nog werk aan de winkel. In 2016 werd er in Europa ~17 Mt plastic verpakkingsafval verzameld en daarvan werd slechts ~41 % (minder dan de helft) gerecycleerd [Plastics Europe 2017]. De Europese Commissie werkt hard aan afvaltraceerbaarheid. Aangezien plastic 60 % van het afval na consumptie uitmaakt, hebben plastic verpakkingen een belangrijk plaats in de Europese maatregelen: de recente strategie voor kunststoffen in een circulaire economie heeft zeer ambitieuze doelstellingen met betrekking tot de duurzaamheid van kunststof verpakkingen. In feite wil de Europese Commissie 100 % van de herbruikbare of eenvoudig te recycleren kunststof verpakkingen die in 2030 op de markt zijn

gebracht bereiken [Europese Commissie 2018]. Hieruit volgt dat de verpakkingindustrie de hoeksteen wordt voor een bredere visie op een duurzame kunststofwaardeketen.

Overigens wil Europa de leiding nemen in de strijd tegen de plasticverontreiniging. Op 18 januari bevestigden de lidstaten van de Europese Unie het voorlopige akkoord tussen de voorzitter van de Raad en het Europees Parlement betreffende een nieuwe richtlijn voor de invoering van beperkingen voor bepaalde kunststof producten voor eenmalig gebruik. In 2021 nemen Europese burgers afscheid van kunststof bestek, kunststof borden en kunststof rietjes. Deze maatregelen houden nauw verband met de laatste schattingen van zwerfvuil op zee: volgens de Europese Commissie bestaat zwerfvuil op het strand voor ~85 % uit kunststof. Grote plastic stukken verwonden, verstikken en doden vaak zeedieren, inclusief beschermde en bedreigde soorten. Maar het zijn de microplastics, die recordniveaus qua concentratie halen, die mensen en andere dieren bedreigen, omdat ze in de voedselketen terechtkomen.

De beperking van de markt voor kunststoffen bestek en borden veroorzaakt een verschuiving van de productie van nieuwe kunststoffen naar gerecycleerd, biologisch afbreekbaar en composteerbaar kunststof en alternatieve materialen: b.v. drankflessen zullen tegen 2030 30 % gerecycleerd materiaal bevatten. Andere vereisten zijn nodig om afval (in zee) te voorkomen. Niet in het minst het bewustzijn van de burgers, dat een uitermate belangrijke rol speelt bij het bevorderen van verantwoord gedrag. Het voorstel voor de *Richtlijn betreffende de beperking van de impact op het milieu van bepaalde kunststofproducten* vraagt om samenwerking tussen beleidsmakers, industriële belanghebbenden, handelsverenigingen en consumenten. Ook al hebben de lidstaten twee jaar om de richtlijn om te zetten in een nationale wetgeving, het heeft geen zin om nog langer te wachten. Vandaag, eerder dan morgen, moeten initiatieven worden versterkt en op grote Europese schaal worden verspreid.

Aangezien er gigantische hoeveelheden kunststof worden gebruikt, worden biokunststoffen allicht het middel om greep te krijgen op het overweldigend afvalprobleem. Er worden trouwens grote inspanningen geleverd om afbreekbare biologische materialen, die geen probleem voor het milieu betekenen, te ontwikkelen om de traditionele kunststoffen op basis van aardolie te vervangen [Nampoothiri et al. 2010].

Biologisch afbreekbare materialen zijn ongetwijfeld milieuvriendelijk, maar ze hebben bepaalde beperkingen, zoals hogere productiekosten en tamelijk slechte mechanische eigenschappen. De afname van de beschikbaarheid van fossiele brandstoffen verergert het tekort aan grondstoffen en bevordert de noodzaak om biokunststoffen te maken [Thakur et al. 2018]. Daarom lijken natuurlijke polymeren en polymeren uit hernieuwbare bronnen een alternatief te zijn voor conventionele kunststoffen. Het gebruik ervan is ook voordelig vanuit economisch oogpunt: in het algemeen vereist hun productie minder energie en leidt dit niet tot toxische bijproducten. De vraag naar biokunststoffen groeit gestaag omdat ze in verschillende contexten worden toegepast om steeds complexere producten te produceren. In 2017 bedroeg de hoeveelheid biologisch afbreekbare kunststof die op

mondiaal niveau wordt geproduceerd ongeveer 880 Gg (gigagram), wat overeenkomt met minder dan 0,3% van de totale hoeveelheid kunststof die dat jaar is geproduceerd. De vraag naar biokunststoffen zal naar verwachting toenemen tot ongeveer 6 miljoen ton per jaar. In grote mate zullen ze ook van invloed zijn op de verpakkingindustrie [Dobrucka 2019].

Van bijzonder groot belang zijn de alifatische polyesters zoals polylactide en polyhydroxyalkanoaten. Dobrucka [2019] beschrijft de huidige biokunstmarkt en enkele veelbelovende voorbeelden van de nieuwste ontwikkelingen in verpakkingmaterialen uit biokunststof. Bioplastics lijken hierbij een alternatief te worden voor conventionele kunststof verpakkingen

Omdat de focus verschuift naar het creëren van een duurzame omgeving waarin het storten van plastic afval, in zowel de terrestrische als de aquatische omgeving wordt vermeden, kreeg de productie van biokunststoffen veel aandacht. De belangrijkste uitdaging is echter de verbetering van het interne management om beter aan de verwachtingen te voldoen (is er iemand die een gezonde wereld onbelangrijk vindt?). De noodzakelijke aanpassing van het interne management zou van grote invloed kunnen zijn op toeleveringsketens, processen, marketingdiensten en afvaloperaties. Geïntegreerde vaardigheden en expertise zijn onmisbaar om innovatief te zijn en op de concurrerende markt aanwezig te blijven. De urgentie, de omvang en de complexiteit van de duurzaamheidskwesitie betekenen dat we alle hensen aan dek nodig hebben. Het spreekt voor zich dat er maar één basisvereiste is voor een effectieve benadering van de circulaire economie: de inspanningen van alle belanghebbenden zijn nodig; industrieën en brancheorganisaties, academici en beleidsmakers. Allemaal zijn ze cruciale schakels in de keten; waarbij één ontbrekende schakel ertoe kan leiden dat de keten breekt.

In de kantlijn is het relevant te vermelden dat een seminarie rond bioplastics is gepland door het Belgisch Verpakkingeninstituut. Hierbij zal er aandacht besteed worden aan basisconcepten en aan specifieke toepassingen vooral in food maar ook in non-food. De huidige marktsituatie en enkele toekomstperspectieven zullen besproken worden binnen de context van een circulaire economie.

Het seminar wordt in het Nederlands gehouden en zal doorgaan op 20 juni aanstaande. Voor meer info: <http://www.ibebevi.be/nl> .

References

- Birat [2015]. Life-cycle assessment, resource efficiency and recycling, *Metallurgical Research & Technology* 112, 206, pp. 24
- Borritz [2018]. *Au-delà de la propriété*, La Découverte, Paris, pp. 248
- Brundtland Commission [1987]. *Our Common future*, Oxford University Press, pp. 383
- Cózar et al. [2015]. Plastic accumulation in the Mediterranean Sea, *PLoS One* 10, 4, pp. 12
- Dobrucka [2019]. Bioplastic Packaging Materials in Circular Economy, *LogForum* 15, 1, 129 - 137

- Ellen MacArthur Foundation [2012]. *Towards the circular economy - Economic and business rationale for an accelerated transition*, pp. 99
- European Commission [2018]. *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy*, pp. 18
- Foschi & Bonoli [2019]. The Commitment of Packaging Industry in the Framework of the European Strategy for Plastics in a Circular Economy, *Administrative Sciences* 9, 1, pp. 18
- Geissdoerfer et al. [2017]. The Circular Economy—A new sustainability paradigm?, *Journal of cleaner production* 143, 757 – 768
- Geyer et al. [2017]. Production, use, and fate of all plastics ever made, *Science advances* 3, 7, pp. 5
- Ghisellini 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
- Kirschherr et al. [2017]. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions, *Resources, Conservation and Recycling* 127, 221 - 232
- Korhonen et al. [2018]. Circular Economy: The Concept and its Limitations, *Ecological Economics* 143, 37 – 46
- Lebreton et al. [2018]. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic, *Scientific reports* 8, 1, pp. 15
- McDonough & Braungart [2002]. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, pp. 193
- Michellini et al. [2017]. From linear to circular economy: PSS conducting the transition, *Procedia CIRP* 64, 2 – 6
- Nampoothiri et al. [2010]. An overview of the recent developments in polylactide (PLA) research, *Bioresource Technology* 101, 22, 8493 - 8501
- PlasticsEurope [2017]. *Plastic—The Facts 2017*, Plastics Europe, Brussels, pp. 44
- Rashid et al. [2013]. Resource Conservative Manufacturing: an essential change in business and technology paradigm for sustainable manufacturing, *Journal of Cleaner Production* 57, 166 – 177
- Rau & Oberhuber [2017]. *Material Matters – Het alternatief voor onze roofofbouwmaatschappij*, Bertram + de Leeuw, Haarlem, pp. 229
- Steffen et al. [2011]. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives, *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 369, 842 – 867
- Thakur et al. [2018]. Sustainability of bioplastics: Opportunities and challenges, *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry* 13, 68 - 75
- Tukker [2015]. Product services for a resource-efficient and circular economy – a review, *Journal of Cleaner Production* 97, 76 – 91

L'économie circulaire, prendre des initiatives plutôt que d'accepter le status quo

Le modèle linéaire actuel et traditionnel qui extrait, produit, utilise et jette matériaux et énergie du système économique moderne est tout sauf durable. Dans un système linéaire, les entreprises fabriquent des produits et les consommateurs les utilisent et les jettent. Le flux matériel est donc compris comme la logique conceptuelle d'une création de valeur, avec uniquement du matériel vierge entrant dans le flux. Un tel modèle de production linéaire entraîne des pertes de ressources inutiles de plusieurs manières : déchets en chaîne de production et en fin de vie, utilisation excessive d'énergie et érosion des écosystèmes [Fondation Ellen MacArthur 2012 ; Michelini et al. 2017].

Au cours de son évolution et de sa diversification, notre économie industrielle n'a guère dépassé le modèle linéaire de consommation de ressources, établi au début de l'industrialisation. Les entreprises récoltent et extraient les ingrédients essentiels, les utilisent pour fabriquer des produits, et vendent ces produits aux consommateurs, qui les jettent quand ils ne servent plus à rien. Certes, d'importants progrès ont été accomplis dans l'amélioration de l'efficacité des ressources et dans l'exploration de nouvelles formes d'énergie. Cependant, un système basé sur la consommation plutôt que sur l'utilisation réparatrice de ressources non-renouvelables entraîne d'importantes pertes de valeur et des effets négatifs tout au long de la chaîne matérielle [Fondation Ellen MacArthur 2012].

Les faibles prix des ressources par rapport aux coûts de la main-d'œuvre ont généré un système de gaspillage des ressources. Les plus grands gains d'efficacité économique ont résulté dans l'utilisation de plus de ressources, et plus particulièrement d'énergie, pour réduire les coûts de la main-d'œuvre. Dans les systèmes linéaires, jeter les produits signifie la perte de toute leur énergie résiduelle. L'incinération ou le recyclage des produits mis au rebut récupère une petite partie de l'énergie résiduelle. La réutilisation, en revanche, économise beaucoup plus.

L'érosion des services écosystémiques des deux derniers siècles est souvent mal comprise. Ces services sont les avantages dérivés des écosystèmes qui soutiennent et améliorent le bien-être humain : p.ex. les forêts, qui absorbent le dioxyde de carbone et émettent de l'oxygène, ajoutent au carbone du sol, régulent les nappes phréatiques et offrent plein d'autres avantages. Le Millennium Ecosystem Assessment⁴ pour le millénaire a examiné 24 services écosystémiques, allant d'un service direct tel que la fourniture d'aliments à des services principalement indirects tels que la lutte écologique contre la vermine et les maladies, et a révélé que 15 des 24 services étaient dégradés ou utilisés de façon non-durable [Steffen et al. 2011]. En d'autres termes, l'humanité consomme en ce moment plus que la productivité des écosystèmes de la Terre peut assurer durablement. Nous réduisons donc les réserves naturelles de la Terre car sa production ne nous suffit pas. Il ne fait aucun doute que nous ne pouvons pas continuer ainsi.

⁴ Disponible sur internet: <https://www.millenniumassessment.org/en/About.html>

Le modèle linéaire a dominé l'ensemble du développement, entraînant de graves dommages pour l'environnement et, pire encore, des effets néfastes pour la santé humaine et animale. Contrairement au recyclage traditionnel, l'approche pratique et la politique de l'économie circulaire exigent la réutilisation, la refabrication, la remise à neuf, la réparation, la mise en cascade et la mise à niveau des produits, des composants et des matériaux [Rau & Oberhuber 2017 ; Borritz 2018]. En outre, l'approche fait appel à l'utilisation de l'énergie solaire, éolienne, de la biomasse et des déchets tout au long de la chaîne de valeur des produits et du cycle de vie du berceau au berceau [McDonough & Braungart 2002 ; Rashid et al. 2013, Fondation Ellen MacArthur 2012 ; Korhonen et al. 2018]. Au fait, l'Union européenne a désigné l'efficacité des ressources comme l'un des piliers de sa stratégie Europe 2020 [Tukker 2015], comme elle n'a d'autre choix que de se lancer dans la transition vers une économie circulaire économique sur ses matières premières et finalement régénératrice.

Encart — Quelles sont les principales conclusions du Millennium Ecosystem Assessment ?

(plus d'informations disponibles sur internet : <https://www.millenniumassessment.org/en/About.html>)

1. Au cours des 50 dernières années, les humains ont modifié les écosystèmes plus rapidement et plus profondément que jamais auparavant, afin de répondre à la demande croissante de produits alimentaires, d'eau douce, de bois, de fibres et de combustibles. Cela a entraîné une perte substantielle et en grande partie irréversible de la diversité de la vie sur Terre.
2. Les changements apportés aux écosystèmes ont contribué à des gains nets substantiels en bien-être humain et en développement économique, mais ces gains ont été réalisés à des coûts croissants dus à la dégradation de nombreux services écosystémiques, au risque accru de changements non linéaires et à l'exacerbation de la pauvreté chez certaines personnes. Ces problèmes, s'ils ne sont pas résolus, réduiront considérablement les avantages que les générations futures retirent des écosystèmes.
3. La dégradation des services écosystémiques pourrait s'aggraver considérablement au cours de la première moitié du siècle et constitue un obstacle à la réalisation des objectifs du Millennium Development.
4. Le défi consistant à inverser la dégradation de l'écosystème tout en répondant à la demande croissante de services peut être partiellement relevé selon certains scénarios envisagés par le Millenium Assessment, mais impliquera des changements importants dans les politiques, les institutions et les pratiques actuelles. Il existe de nombreuses options pour conserver ou améliorer les services écosystémiques spécifiques, elles visent à réduire les compromis négatifs ou à créer des synergies positives avec certains autres services écosystémiques.

Le concept d'économie circulaire est à la mode ; et beaucoup se prononcent dans ce sens. Kirchherr et al. [2017] ont rassemblé un ensemble complet de 114 définitions d'économie circulaire et l'ont systématiquement analysé par rapport à un cadre de codage afin d'assurer la transparence des interprétations actuelles en matière d'économie circulaire. Leur définition préférée est la suivante : *Une économie circulaire décrit un système économique basé sur des modèles commerciaux qui remplacent le concept de fin de vie par la réduction, la réutilisation, le recyclage et la valorisation des matériaux dans les processus de production/distribution et de consommation. Elle fonctionnera ainsi au niveau micro-économique (produits, entreprises, consommateurs), au niveau moyen (parcs éco-industriels) et au niveau macro (ville, région, pays et au-delà), dans le but de parvenir à un développement durable, ce qui implique la création de qualité environnementale, de prospérité économique et d'équité sociale, au profit des générations actuelles et futures.*

De plus, la définition de la Fondation Ellen MacArthur [2012] est souvent citée dans des publications récentes. Elle se lit comme suit : ... *un système industriel restaurateur ou régénérateur par intention et par conception. Il remplace le concept de fin de vie par la restauration, privilégie les énergies renouvelables, élimine l'utilisation de produits chimiques toxiques, qui entravent la réutilisation, et vise l'élimination des déchets grâce à une conception supérieure des matériaux, des produits, des systèmes et, au sein de cela, des modèles commerciaux...*

Dans leur article de synthèse sur l'économie circulaire, Ghisellini et al. [2016] soulignent que l'économie circulaire est principalement liée à l'approche des 4 R, c'est-à-dire la réduction, la réutilisation, le recyclage et la récupération. Cependant, en réalité, de nombreuses politiques ont été orientées vers la promotion du troisième. L'économie circulaire a été le plus souvent considérée uniquement comme une approche permettant une gestion plus appropriée des déchets. Ce point de vue limité est voué à l'échec, dans la mesure où certaines options de recyclage, de réutilisation ou de récupération ne sont pas nécessairement appropriées dans un contexte donné, mais s'adaptent plutôt à d'autres situations. De plus, certaines options de conversion risquent d'être beaucoup plus coûteuses et d'avoir plus de répercussions que la technologie conventionnelle. Cela appelle à la prévention plutôt qu'au traitement.

L'économie circulaire est perçue comme un nouveau modèle économique, susceptible de conduire à un développement plus durable et à une société harmonieuse. Le développement durable nécessite une prise en compte équilibrée et simultanée des aspects économiques, environnementaux, technologiques et sociaux d'une économie, d'un secteur ou d'un processus industriel étudiés, ainsi que de l'interaction entre ces aspects. Elle a été définie de plusieurs façons, mais la définition la plus souvent citée est tirée de *Our Common Future*, également connu sous le nom de Rapport Brundtland [1987] : *Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures pour répondre à leurs propres besoins.*

L'économie circulaire contribue positivement à la réconciliation de tous les éléments, grâce à sa logique sous-jacente, principalement basée sur les aspects environnementaux et politiques [Birat 2015] ainsi que sur les aspects économiques et commerciaux [Ellen MacArthur Foundation 2012]. Elle promeut une utilisation plus appropriée et plus respectueuse de l'environnement des ressources visant à la mise en place d'une économie plus verte, caractérisée par un nouveau modèle commercial et des opportunités d'emploi innovantes, ainsi que par un meilleur bien-être et des impacts évidents sur l'équité : *Un monde dans lequel la pauvreté est endémique sera toujours sujet aux catastrophes écologiques et autres* [Rapport Brundtland 1987].

Les défis qui nous attendent encore impliquent que les principes fondamentaux doivent également être remis en question. Un modèle régénératif peut-il émerger sans aucune modification des politiques fiscales, par exemple ? L'importance de l'impact du changement sur les marchés des produits de base, associée à la nécessité de lutter contre le chômage (et l'immigration) en Europe, soulève des questions quant à l'utilité ou au maintien de la taxation du travail plutôt que des ressources. De plus, il semble

que les chefs d'entreprise européens pensent de plus en plus que nos modèles économiques actuels ne permettront pas une prospérité à long terme dans le contexte de la croissance démographique mondiale et des contraintes de ressources.

L'économie circulaire nous oblige à repenser et à restructurer notre avenir des signes prometteurs indiquent d'ailleurs qu'un changement est en train de se produire. Mais pour atteindre notre objectif, nous devons faire preuve de détermination si nous voulons réaliser nos ambitions avec un système qui reconstruira notre capital économique, social et naturel. Des efforts sont nécessaires de la part de toutes les parties prenantes, industries et fédérations industrielles, universités et décideurs. Les constructeurs obtiennent toujours plus de plaisir et de satisfaction que ceux qui restent sur la touche à se lamenter !

Dans le contexte de la circularité, les plastiques représentent un matériau clé. Il est évident que le plastique fait l'objet de beaucoup d'attention, mais cela ne signifie en aucun cas que les autres matériaux peuvent être négligés. L'économie circulaire est une approche qui entraînera des changements considérables dans de nombreuses branches de l'économie moderne; elle est également importante pour d'autres matériaux tels que le verre, le métal, le bois, le papier et le carton.

La production mondiale de plastique augmente continuellement. Elle a connu une croissance exponentielle au cours des 50 dernières années et le marché du plastique ne semble pas prêt à accepter un recul, avec une croissance d'environ 10 à 15 Mt (millions de tonnes) par an. Malheureusement, il n'y a pas d'harmonisation entre l'augmentation du taux de production et les résultats adéquats en matière de gestion des déchets, qui génère toujours un rendement inférieur [Geyer et al. 2017; Foschi & Bonoli 2019]. Quelque 6300 Mt de déchets plastiques ont été générés au niveau mondial en 2015, dont ~9 % étaient recyclés, ~12 % incinérés et ~79 % éliminés dans des décharges ainsi que dans l'environnement naturel. L'océan mondial est aujourd'hui le principal point d'arrivée des déchets plastiques mal gérés. La plus grande île en plastique, le Vortex de déchets du Pacifique nord, est située dans le centre-nord de l'océan Pacifique [Lebreton et al. 2018]. Mais, à l'échelle mondiale la Méditerranée doit aussi être considérée comme une grande zone d'accumulation de débris plastiques flottants [Cózar et al. 2015].

Il reste donc beaucoup de travail à faire. En 2016, 17 Mt de déchets d'emballages plastiques européens ont été collectés, dont seulement ~41 % (moins de la moitié) ont été recyclés [Plastics Europe 2017]. La Commission européenne travaille activement sur la traçabilité des déchets. Représentant 60 % des déchets plastiques post-consommation, les emballages en plastique ont un rôle prioritaire dans les mesures européennes : la stratégie récente pour les plastiques dans une économie circulaire a fixé des objectifs très ambitieux en matière de durabilité des emballages. En fait, la Commission européenne a pour objectif de réaliser 100 % des emballages en plastique réutilisables ou facilement recyclables mis sur le marché d'ici 2030 [Commission européenne 2018]. Il en résulte que l'industrie de l'emballage devient la pierre angulaire d'une vision plus large de la chaîne de valeur du plastique durable.

De plus, l'Europe veut mener la lutte contre la pollution par les plastiques. Le 18 janvier dernier, les États membres de l'Union européenne ont confirmé un accord provisoire entre la présidence du Conseil et le Parlement européen pour une nouvelle directive visant à introduire des restrictions sur certains produits en plastique à usage unique. En 2021, les citoyens européens diront adieu aux couverts, aux assiettes et aux pailles en plastique. Ces mesures sont étroitement liées aux dernières estimations concernant les déchets marins : selon la Commission européenne, les plastiques représentent ~85 % des déchets sur les plages. Les gros morceaux de plastique blessent, étouffent et tuent souvent les animaux marins, y compris les espèces protégées et en voie de disparition. Mais ce sont les micro plastiques qui ont atteint des niveaux de concentration record et menacent l'homme et les autres animaux puisqu'ils entrent dans la chaîne alimentaire.

La restriction du marché des couverts et des plats en plastique passe de la fabrication de plastique vierge à celle de plastique recyclé, biodégradable et compostable et de matériaux alternatifs: p.ex. les bouteilles pour boissons contiendront 30 % de matières recyclées d'ici 2030. Cependant, d'autres exigences sont nécessaires pour prévenir les déchets (marins). Et certainement la conscience des citoyens, qui joue un rôle très important dans la promotion d'un comportement responsable. La proposition de directive sur la réduction de l'impact de certains produits en plastique sur l'environnement appelle à la collaboration des décideurs, des industriels, des associations professionnelles et des consommateurs. Même si les États membres disposent de deux ans pour transposer la directive dans leur législation nationale ; ça n'a aucun sens d'attendre. Aujourd'hui, plutôt que demain, nous devons renforcer les initiatives et les diffuser à l'échelle européenne.

Étant donné la quantité gigantesque de plastiques utilisés, les bioplastiques peuvent être un moyen de résoudre le problème épineux des déchets. Par conséquent, de grands efforts ont été faits pour développer des matériaux biologiques dégradables et non polluants, afin de remplacer les plastiques traditionnels à base de pétrole [Nampoothiri et al. 2010].

Les matériaux biodégradables sont certes écologiques, mais ils présentent certaines limites, telles que des coûts de production élevés et des propriétés mécaniques plutôt médiocres. La diminution de la disponibilité des combustibles fossiles exacerbe la pénurie de ressources et favorise la nécessité de créer des matériaux bioplastiques [Thakur et al. 2018]. Par conséquent, les polymères naturels et les polymères issus de ressources renouvelables semblent constituer une alternative aux plastiques classiques. Leur utilisation est également avantageuse d'un point de vue économique : en général, leur production nécessite moins d'énergie et ne produit pas de dérivés toxiques. La demande de bioplastiques est en constante augmentation car ils sont appliqués dans différents contextes pour la fabrication de produits toujours plus complexes. En 2017, la quantité de plastiques biodégradables produite au niveau mondial était d'environ 880 Gg (gigagrammes), ce qui correspondait à moins de 0,3 % de la quantité totale de plastiques produits cette année-là. La demande de bioplastiques devrait

atteindre environ 6 Mt par an. Dans une large mesure, ils affecteront également l'industrie de l'emballage [Dobrucka 2019].

Un intérêt particulier est accordé aux polyesters aliphatiques tels que le polylactide et les polyhydroxyalcanoates. Dobrucka [2019] décrit le marché actuel des bioplastiques ainsi que quelques exemples prometteurs des derniers développements en matière de matériaux d'emballage bioplastiques. Les bioplastiques semblent devenir une alternative aux plastiques d'emballage conventionnels.

Étant donné que l'accent est mis sur la création d'un environnement durable et la prévention de l'élimination des déchets plastiques dans les environnements terrestres et aquatiques, la production de bioplastiques a retenu l'attention. Cependant, le principal défi consiste à améliorer la gestion interne pour mieux répondre aux attentes (y a-t-il quelqu'un qui ne souhaite pas un monde sain ?). La modification nécessaire de la gestion interne pourrait avoir de profondes répercussions sur les chaînes d'approvisionnement, les processus, les services de marketing et les opérations liées aux déchets. Des compétences et une expertise intégrée sont indispensables pour innover et rester sur ce marché concurrentiel. L'urgence, la taille et la complexité de la question de durabilité signifient que nous aurons besoin de tout le monde sur le pont. Il va sans dire qu'il n'existe qu'une exigence fondamentale pour une approche efficace de l'économie circulaire : des efforts sont nécessaires de la part de toutes les parties prenantes, industries et fédérations industrielles, universités et décideurs. Tous sont des maillons cruciaux de la chaîne ; un seul chaînon manquant pourrait entraîner la rupture de la chaîne.

Dans la marge il est utile de mentionner qu'un séminaire sur les bioplastiques est prévu par l'Institut Belge de l'Emballage. Ce séminaire portera une attention particulière aux concepts de base ainsi qu'aux applications spécifiques alimentaires. Les applications non alimentaires ainsi que la situation actuelle du marché et de certaines perspectives futures dans le contexte d'une économie circulaire seront aussi traitées.

Le séminaire est organisé le 20 juin prochain et se déroulera en néerlandais.

Pour plus d'informations : <http://www.ibebevi.be/nl>

References

Birat [2015]. Life-cycle assessment, resource efficiency and recycling, *Metallurgical Research & Technology* 112, 206, pp. 24

Borritz [2018]. *Au-delà de la propriété*, La Découverte, Paris, pp. 248

Brundtland Commission [1987]. *Our Common future*, Oxford University Press, pp. 383

Cózar et al. [2015]. Plastic accumulation in the Mediterranean Sea, *PLoS One* 10, 4, pp. 12

Dobrucka [2019]. Bioplastic Packaging Materials in Circular Economy, *LogForum* 15, 1, 129 - 137

- Ellen MacArthur Foundation [2012]. *Towards the circular economy - Economic and business rationale for an accelerated transition*, pp. 99
- European Commission [2018]. *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy*, pp. 18
- Foschi & Bonoli [2019]. The Commitment of Packaging Industry in the Framework of the European Strategy for Plastics in a Circular Economy, *Administrative Sciences* 9, 1, pp. 18
- Geissdoerfer et al. [2017]. The Circular Economy—A new sustainability paradigm?, *Journal of cleaner production* 143, 757 – 768
- Geyer et al. [2017]. Production, use, and fate of all plastics ever made, *Science advances* 3, 7, pp. 5
- Ghisellini 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
- Kirschherr et al. [2017]. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions, *Resources, Conservation and Recycling* 127, 221 - 232
- Korhonen et al. [2018]. Circular Economy: The Concept and its Limitations, *Ecological Economics* 143, 37 – 46
- Lebreton et al. [2018]. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic, *Scientific reports* 8, 1, pp. 15
- McDonough & Braungart [2002]. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, pp. 193
- Michelini et al. [2017]. From linear to circular economy: PSS conducting the transition, *Procedia CIRP* 64, 2 – 6
- Nampoothiri et al. [2010]. An overview of the recent developments in polylactide (PLA) research, *Bioresource Technology* 101, 22, 8493 - 8501
- PlasticsEurope [2017]. *Plastic—The Facts 2017*, Plastics Europe, Brussels, pp. 44
- Rashid et al. [2013]. Resource Conservative Manufacturing: an essential change in business and technology paradigm for sustainable manufacturing, *Journal of Cleaner Production* 57, 166 – 177
- Rau & Oberhuber [2017]. *Material Matters – Het alternatief voor onze rooibouwmaatschappij*, Bertram + de Leeuw, Haarlem, pp. 229
- Steffen et al. [2011]. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives, *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 369, 842 – 867
- Thakur et al. [2018]. Sustainability of bioplastics: Opportunities and challenges, *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry* 13, 68 - 75
- Tukker [2015]. Product services for a resource-efficient and circular economy – a review, *Journal of Cleaner Production* 97, 76 – 91