

## Be ambitious, cut resource use, reduce waste and boost recycling!

*...Looking for a better relationship with our goods. Quality is often associated with newness, not with caring; long-term use is all too frequently undesirable, poorly resourceful. Yet, humans continue to make, use, and dispose. There is an alternative though: circular economy. Since the 1960s, paper and board increasingly have been recovered and recycled into new fiber-based products. It is however worthwhile to also reflect on the public health aspect of recycled materials besides from the solution it can offer to the ecological crisis our time faces...*

The circular economy aims at turning goods that are at the end of their service life into resources for others, closing the loops of industrial systems and minimizing waste. This approach can change the current economic logic because it replaces production with sufficiency: reuse what you can, recycle what cannot be reused, repair what is broken, and remanufacture what cannot be repaired [Stahel 2016]. The circular economy business models fall into two groups: the ones that foster reuse and extend service life through repair, remanufacture, and upgrades; and the ones that turn old goods into resources by recycling the materials.

Since 2010, the Ellen MacArthur Foundation has been boosting awareness of this idea in academics, industry entrepreneurs and policymakers. A circular economy 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 strives to the elimination of waste through the superior design of materials, products, systems, as well as business models. Such an economy is based on a few simple principles. First of all, a circular economy aims to “design out” waste. Products are designed and optimised for a cycle of disassembly and reuse. This defines the circular economy and sets it apart from disposal and even recycling, whereby large amounts of embedded energy and labour are lost. Secondly, circularity introduces a strict differentiation between consumable and durable components of a product. Unlike today, consumables in the circular economy are largely made of biological ingredients or “nutrients” that are at least non-toxic, possibly even beneficial, and can be safely returned into our biosphere. Durables such as for example engines and computers are made of technical nutrients unsuitable for the biosphere, like metals and most plastics. These are designed from the start for reuse. Thirdly, the energy required to fuel this cycle should be renewable by nature, again to decrease resource

dependence and increase system resilience [Ellen MacArthur Foundation 2013; Rau & Oberhuber 2016].

**It is well recognized that the food and beverage packaging markets are large.** Recycling of food packaging waste into new food packaging reveals unprecedented challenges, especially with regards to safety issues. The use of recycled food packaging not only increases the possible sources of contamination, but often also the numbers and levels of contaminants that can migrate from the packaging into the packed foods and beverages, thereby potentially having adverse public health effects [Pivnenko et al. 2016; Muncke et al. 2017].

The regulation for food packaging in Europe and the US requires the same level of safety for chemicals migrating into foods for all recycled and virgin materials alike [Muncke et al. 2017]. In Europe, the use of recycled plastics in food contact materials (FCM) is specifically regulated under the Commission Regulation (EC) N° 282/2008 on recycled plastic materials and articles intended to come into contact with foods. The Food and Drug Administration of the United States considers recycling processes for plastic food contact articles on a case-by-case basis and invites recyclers of plastic to submit information on their processes for evaluation and comment. In the US, the use of recycled paper and board is regulated under 21 CFR 176.260: accordingly, waste paper shall not contain any poisonous or deleterious substance that is retained in the recovered pulp and migrates into food, except those specifically regulated under 21 USC 346 and 21 USC 348. In Europe, no harmonized regulation exists for (recycled) paper and board FCMs [Simoneau et al. 2016]. Some EU member states have introduced specific measures; and Switzerland has banned the use of recycled paper and board in direct contact with food.

**Since the 1960s, paper and board have increasingly been recovered and recycled into new fiber-based products.** For successful recycling, separate collection systems for paper and board have been established preventing contaminations by food waste, for example. The production of recycled paper and board compares to the process for virgin fibers but requires additional steps. After separating the recovered paper and board into well-defined technical grades, they are mixed with water to produce a pulp. Next, non-fibrous parts such as staples, textiles, and tape are removed. Subsequently, the pulp is ground in a disperser, water is removed in drum filters or screw extractors, and the fibers are cleaned by chemical, thermal and/or mechanical treatments. Optionally, bleaching and deinking may be applied to enhance the appearance of the final product.

The entangled fibers are then mixed with fresh fibers to achieve the required quality and processed on a paper (board) machine producing the final material [Geueke et al. 2018].

Chemical contaminants in waste paper [Van Bossuyt et al. 2016; Geueke et al. 2018] can include additives such as fillers, retention aids, sizing agents, coatings, biocides, and synthetic binders. Furthermore, since paper is commonly printed, dyed, glued, and labelled, printing inks, adhesives, photoinitiators, solvents, plasticizers, surfactants, and pigments are frequently detected in the waste paper. Contaminants may also be introduced during use and/or waste management, because paper and board are prone to absorbing chemicals. Geueke et al. [2018] emphasize the possible presence of 7 contaminant types that deserve our full attention: mineral oil hydrocarbons, bisphenols, phthalates, naphthalenes, photoinitiators, inorganic elements, and few relatively rare substances such as 2-phenylphenol and phenantrene.

**It is worth reflecting on this!** Whatever we might think, the economy — whether linear or circular — should never compromise public health. Known to have contaminated our packed food for over 20 years [Droz & Grob 1997], mineral oil hydrocarbons (MOH) are now receiving a great deal of attention. Particular emphasis has been placed on understanding the migration of MOH from recycled paper and board. MOH generally consist of highly complex mixtures of mineral oil saturated hydrocarbons (MOSH) and mineral oil aromatic hydrocarbons (MOAH). In the absence of a functional barrier, MOH from printing inks and recycled fibres tend to migrate from the paper based food packaging material through the gas phase into the dry food. The concentrations easily exceeded the migration limit of 0.6 mg per kg food, which is derived from the acceptable daily intake provided by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. It was found that the maximum concentrations of MOSH in the packaging material could potentially contaminate the packed food at levels exceeding the migration limit by a factor of ~100 [Lorenzini et al. 2010].

The recycling of newspapers printed with mineral oil-based inks has been identified as the most significant source of MOH, but adhesives, waxes, processing aids, and other unknown sources may further add to MOH contaminations in recycled paper and board [Biedermann & Grob 2012].

The finding that bisphenols are spread through paper recycling has been supported by several studies showing their presence in waste paper as well as in recycled paper and board [Liao & Kannan 2011; Suciú et al. 2013]. For example, an analysis of 15 types of paper from different fractions of household waste detected bisphenol A (BPA) and its structurally similar alternative bisphenol S in 100 and 73 % of the samples, respectively [Pivnenko et al. 2015]. BPA (and other bisphenols) possess oestrogenic, antiandrogenic, inflammatory and oxidative properties. Moreover, since bone responds to changes in sex hormones, inflammatory and oxidative status, BPA exposure can also adversely affect bone health in humans [Chin et al. 2018]. Bisphenols are substances that we have to pay attention to. This must always be borne in mind!

Phthalates of all types have commonly been measured in food packaging from recycled paper and board. Typical sources of phthalates in the recycled pulp are inks, lacquers and adhesives [Fierens et al. 2012]. Hence, phthalates have regularly been identified/measured in waste paper as well as recycled paper, and their migration contributes significantly to the phthalate occurrence in packed food [Pivnenko et al. 2016; Geueke & Muncke 2017]. Phthalates potentially disrupt the hormonal pathways; that can lead to an association with birth defects in males, increased insulin resistance and obesity, decreased neurological development, and association with some cancers [Holland 2018].

In 1994, migration of six diisopropyl-naphthalenes (DIPN) isomers from recycled paper and board packaging was reported for the first time [Sturaro et al. 1994]. During the last years more studies have demonstrated that DIPN migration from recycled paper and board packaging is still common [Sturaro et al. 2006; Lorenzini et al. 2013]. Mixtures of DIPN are applied as solvents in carbonless copy paper, substituting the previously used polychlorinated biphenyls [Barp et al. 2015]. Based on the results from animal studies, the U.S. Department of Health and Human Services concluded that naphthalene is reasonably anticipated to be a human carcinogen.

The International Agency for Research on Cancer (IARC) concluded that naphthalene is possibly carcinogenic to humans, because there is enough evidence that naphthalene causes cancer in animals, but not enough evidence about such an effect in humans.

The overall IARC evaluation is as follows: naphthalene is possibly carcinogenic to humans (Group 2B). Under the EPA 1986 cancer guidelines, naphthalene was assigned to Group C, the group of possible human carcinogens. The use of polymeric multifunctional photoinitiators is considered as the better option for ultraviolet curing inks and varnishes to print food packaging. They have higher molecular weight together with fewer and lower volatility photodecomposition by-products and a higher probability than conventional photoinitiators of being bound into the cured polymer matrix.

They are intended to disappear during the chemical reaction that dries the inks; however, residual levels can remain in the ink due to incomplete reaction. The migration of more than 20 different photoinitiators from food packaging has been reported by Aparicio and Elizalde [2015]. Of these, benzophenone and 4-methylbenzophenone have been identified most frequently in recycled paper and board [Vápenka et al. 2016]. Several of these photoinitiators may be endocrine disruptors [Peynenburg et al. 2010; Reitsma et al. 2013].

Paints and pigments have been identified as main sources of inorganic contaminants in paper and board. Food packaging made from fresh fibers contained lower concentrations of aluminium, copper, molybdenum, barium, and lead than recycled paper and board [BMELV 2012]. Heavy metals such as lead, cadmium, zinc, and copper were present in recycled corrugated cardboard samples from the Turkish market [Mertoglu-Elmas 2017].

**Increasingly urgent is the ecological crisis we face.** Quite often it reaches our television screens in the shape of hurricanes, typhoons, devastating floods as well as severe droughts. But then it quickly disappears into the background of our busy, superficial media world.

*Make, use, and dispose* results in a gigantic waste of raw materials, in the loss of ecosystems, the decreasing biodiversity, and in the current climate crisis. Humanity finds itself in a perilous situation. The system endangers people as well as most other beings on this planet. And we cannot repair this system by means of minor interventions and improvements; we have to fundamentally change the economy.

We must realize that property brings along responsibility. Today we are forced to possess all kinds of things for which we cannot bear responsibility in the longer term. We cannot take care of all raw materials processed in our consumables.

And what is more, we certainly are not able to reuse them. In fact, we do not even know what materials or chemicals are involved, neither are we familiar with their properties. To solve this dilemma, we need a circular economy approach.

Circular economy is a trilogy. Waste should become a starting material; consumables should be non-toxic and possibly even beneficial, whereas durables should be reused, recycled or remanufactured; and energy sources should be sustainable, renewable by nature. This also applies for packagings; more than ever before we need quality packaging for food, dangerous goods, and other valuable items.

The Belgian Packaging Institute actively participates in the negotiations for secure, qualitative, recycled packagings, for alternatives for virgin packaging materials

## References

Aparicio and Elizalde [2015]. Migration of Photoinitiators in Food Packaging: A Review, *Packaging Technology and Science* 28, 181 – 203

Barp et al [2015]. Migration of selected hydrocarbon contaminants into dry pasta packaged in direct contact with recycled paperboard, *Food Additives and Contaminants A* 32, 2, 271 - 283

Biedermann & Grob [2012]. On-line coupled high performance liquid chromatography-gas chromatography for the analysis of contamination by mineral oil. Part 2: migration from paperboard into dry foods: interpretation of chromatograms. *Journal of Chromatography A* 1255, 76 – 99

BMELV [2012]. Ausmaß der Migration unerwünschter Stoffe aus Verpackungsmaterialien aus Altpapier in Lebensmitteln, <https://www.chm.tu-dresden>

Droz & Grob [1997]. Determination of food contamination by mineral oil material from printed cardboard using on-line coupled LC-GC-FID, *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A* 205, 239 – 241

Chin et al. [2018]. A Review on the Effects of Bisphenol A and Its Derivatives on Skeletal Health, *International Journal of Medical Sciences* 15, 10, 1043 – 1050

Ellen MacArthur Foundation [2013]. *Towards the Circular Economy - Economic and business rationale for an accelerated transition*, pp. 99

Fierens et al. [2012]. Analysis of phthalates in food products and packaging materials sold on the Belgian market, *Food and Chemical Toxicology* 50, 7, 2575 – 2583

Geueke & Muncke [2017]. Substances of Very High Concern in food contact materials: migration and regulatory background, *Packaging Technology and Science*, DOI: 10.1002/pts.2288, pp. 13.

Geueke et al. [2018]. Food packaging in the circular economy: Overview of chemical safety aspects for commonly used materials, *Journal of Cleaner Production* 193, 491 – 505

Holland [2018]. Socio-economic assessment of phthalates, *OECD Environment Working Papers* 133, pp. 91

Liao & Kannan [2011]. Widespread occurrence of bisphenol A in paper and paper products: implications for human exposure, *Environmental Science and Technology* 45, 21, 9372 – 9379

Lorenzini et al. [2010]. Saturated and aromatic mineral oil hydrocarbons from paperboard food packaging: estimation of long-term migration from contents in the paperboard and data on boxes from the market, *Food Additives and Contaminants A* 27, 12, 1765 – 1774

Lorenzini et al. [2013]. Migration kinetics of mineral oil hydrocarbons from recycled paperboard to dry food: monitoring of two real cases, *Food Additives and Contaminants A* 30, 4, 760 – 770

Mertoglu-Elmas [2017]. The effect of colorants on the content of heavy metals in recycled corrugated board papers, *Bioresources* 12, 2, 2690 - 2698

Muncke et al. [2017]. Scientific Challenges in the Risk Assessment of Food Contact Materials, *Environmental Health Perspectives* 125, 9, 095001

Peynenburg et al. [2010]. AhR-agonistic, anti-androgenic, and anti-estrogenic potencies of 2-isopropylthioxanthone (ITX) as determined by in vitro bioassays and gene expression profiling, *Toxicology in Vitro* 24, 1619 – 1628

Pivnenko et al. [2015]. Waste paper for recycling: Overview and identification of potentially critical substances, *Waste Management* 45, 134 - 142

Pivnenko et al. [2016]. Quantification of chemical contaminants in the paper and board fractions of municipal solid waste, *Waste Management* 51, 43 – 54

Rau & Oberhuber [2016]. *Material Matters*, Bertram + de Leeuw Uitgevers, pp. 220

Reitsma et al. [2013]. Endocrine-Disrupting Effects of Thioxanthone Photoinitiators, *Toxicological Sciences* 132, 1, 64 – 74

Simoneau et al. [2016]. *Non-harmonised Food Contact Materials in the EU: Regulatory and Market Situation*, EUR 28357 EN; doi:10.2788/234276Stahel [2016]. Circular economy, *Nature* 531, 435 – 438

Sturaro et al. [1994]. Food contamination by diisopropylnaphthalenes from cardboard packages. *Int. Journal of Food Science and Technology* 29, 5, 593 - 603

Sturaro et al. [2006]. Contamination of dry foods with trimethyldiphenylmethanes by migration from recycled paper and board packaging, *Food Additives and Contaminants* 23, 4, 431 - 436

Suciu et al. [2013]. Recycled paper–paperboard for food contact materials: Contaminants suspected and migration into foods and food simulant, *Food Chemistry* 141, 4146 – 4151

Van Bossuyt et al. [2016]. Printed paper and board food contact materials as a potential source of food contamination, *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 81, 10 – 19

Vápenka et al. [2016]. Contaminants in the paper-based food packaging materials used in the Czech Republic, *Journal of Food and Nutrition Research* 55, 4, 361 – 373



## **Wees ambitieus, beperk het gebruik van grondstoffen, reduceer afval en stimuleer recyclage !**

*...We moeten naar een betere relatie met onze goederen. Kwaliteit gaat vaak samen met vernieuwing, niet met zorgzaamheid; langdurig gebruik is al te vaak ongewenst, te weinig vindingrijk. Mensen blijven maar maken, gebruiken en wegwerpen. Nochtans is er een alternatief: de circulaire economie. Al sedert de zestiger jaren worden papier en karton alsmear meer opgehaald en gerecycleerd in nieuwe vezelhoudende producten. Ondanks de oplossing die gerecycleerde materialen kunnen bieden aan de hedendaagse ecologische crisis, is het ook zeer nuttig om na te denken over het aspect met betrekking tot de volksgezondheid..."* De circulaire economie wil van goederen die het eind van hun levensduur hebben bereikt nieuwe grondstoffen maken om zo de kringlopen van de economische systemen te sluiten en de zodoende de afval te beperken. Een dergelijke aanpak kan de huidige economische logica wijzigen, omdat productie wordt vervangen door toereikendheid: hergebruik waar mogelijk, recycleer van wat niet kan herbruikt worden, herstel wat gebroken is en herfabricage wat onherstelbaar is [Stahel 2016]. Er zijn twee modellen voor circulaire economie: een dat hergebruik bevordert en de levensduur verlengt door middel van reparatie, nieuwe fabricage en opwaardering; en een tweede dat de oude goederen in grondstoffen verandert door de materialen te recycleren.

Sedert 2010 stimuleert de Ellen MacArthur Foundation de bewustwording van dit idee bij academici, industriële ondernemers en beleidsmakers. Een circulaire economie is herstellend of scheppend zowel door de intentie als het ontwerp. Ze vervangt het *end-of-life* concept door herstel, verschuift naar het gebruik van hernieuwbare energie, schakelt toxische chemische verbindingen uit omdat ze het hergebruik bemoeilijken, en streeft naar vermindering van afval door een beter ontwerp van de materialen, producten, systemen en bedrijfsmodellen. Deze economie is gestoeld op enkele eenvoudige principes. Ten eerste, wil ze de afval weg. De producten moeten ontworpen en geoptimaliseerd worden voor ontmanteling en hergebruik. Hierdoor is de circulaire economie tegengesteld aan het wegwerp- en zelfs het recyclagesysteem, waarbij grote delen van de bestede energie en inspanningen teloor gaan.

Ten tweede, introduceert de circulariteit een strikt onderscheid tussen de tussen verbruikbare en duurzame componenten van een product. In tegenstelling tot de huidige situatie, zijn de verbruiksgoederen meestal van biologische oorsprong en zijn de basisgrondstoffen op zijn minst niet-toxisch of beter nog, heilzaam. Ze kunnen dus probleemloos terug naar de biosfeer. Duurzame voorwerpen — bij voorbeeld, motoren en computers — zijn gemaakt van grondstoffen, zoals metalen en plastics, die niet terug naar de biosfeer kunnen. Die moeten zo ontworpen worden dat men ze kan hergebruiken. Ten derde, moet de energie, die voor dit proces onontbeerlijk is, van nature hernieuwbaar zijn. Dit opnieuw om de afhankelijkheid van grondstoffen te verminderen en de weerbaarheid van het systeem te vergroten [Ellen MacArthur Foundation 2013; Rau & Oberhuber 2016].

**Dat de markt voor voedsel- en drankverpakkingen groot is, weet iedereen ondertussen.**

Maar de recyclage van de afval van voedselverpakkingen tot nieuwe voedselverpakkingen stelt ons voor ongekende uitdagingen; dit vooral met betrekking tot de veiligheid. Het gebruik van gerecycleerde voedselverpakkingen verhoogt de kans op bijkomende verontreinigingen en vaak zijn de aantallen en ook de gehalten aan contaminanten die van uit de verpakking naar de verpakte voeding en drank kunnen migreren groter. Dit kan nefaste gevolgen hebben voor de volksgezondheid [Pivnenko et al. 2016; Muncke et al. 2017].

In Europa en in de VS vereist de wetgeving hetzelfde niveau van veiligheid voor chemische stoffen die naar de voeding migreren, of het nu gerecycleerde dan wel gloednieuwe materialen betreft [Muncke et al. 2017]. In Europa is het gebruik van gerecycleerde kunststof voor materialen voor voedingscontact (FCM, *food contact materials*) specifiek bepaald in de Verordening (EG) Nr. 282/2008 van de Commissie betreffende materialen en voorwerpen van gerecycleerde kunststof bestemd om met levensmiddelen in aanraking te komen. De Food and Drug Administration van de Verenigde Staten beschouwt de recyclageprocesses van plastic voor voedingscontact geval per geval en ze vraagt de kunststofrecycleerders informatie over de gebruikte processen te verschaffen.

Het gebruik van gerecycleerd papier en karton is er geregeld onder 21 CFR 176.260: overeenkomstig hiermee mag oud papier geen giftige of schadelijke stoffen bevatten, die in de teruggewonnen pulp achterblijven en naar het voedsel migreren, met uitzondering van de stoffen die specifiek zijn vermeld in 21 USC 346 en 21 USC 348.

In Europa bestaat er geen wetgeving voor (gerecycleerd) FCM van papier en karton [Simoneau et al. 2016]. Enkele EU-lidstaten hebben specifieke maatregelen ingevoerd, en Zwitserland heeft het gebruik van gerecycleerd papier en karton in direct contact met voeding verboden.

**Al sedert de zestiger jaren worden papier en karton alsmear meer opgehaald en gerecycleerd in nieuwe vezelhoudende producten.** Voor een succesvolle recyclage werden afzonderlijke ophalingen voor papier en karton ingesteld om, bij voorbeeld, verontreinigingen met voedselresten te vermijden. Overigens lijkt de productie van gerecycleerd papier en karton op deze van nieuw, maar ze vereist enkele bijkomende stappen. Het opgehaald papier en karton wordt onderverdeeld in wel bepaalde technische kwaliteiten en nadien vermengd met water om een pulp aan te maken. Nadien wordt alles wat geen vezel is verwijderd, nietjes, textiel en kleefband. Nadien wordt de pulp vermalen in een disperseermachine, wordt het water verwijderd met trommelfilters of schroefafscheiders, en de vezels worden gereinigd door middel van een chemische, thermische of mechanische behandeling. Eventueel wordt nog gebleekt en ontinkt om het uiterlijk van het eindproduct te verbeteren. De verstrengelde vezels worden dan gemengd met verse vezels om de vereiste kwaliteit te bereiken en verwerkt op een papiermachine, die het finaal materiaal produceert [Geueke et al. 2018].

Chemische contaminanten in afvalpapier [Van Bossuyt et al. 2016; Geueke et al. 2018] omvatten mogelijk additieven, zoals vulstoffen, retentiehulpmiddelen, versterkers, coatings, biociden en synthetische bindmiddelen. En omdat papier heel vaak bedrukt, gekleurd, gelijmd en gemerkt is vindt men ook inktten, kleefstoffen, fotoinitiatoren, solventen, weekmakers, oppervlakte-actieve stoffen en pigmenten terug. De verontreinigingen kunnen trouwens ook gebeuren tijdens het gebruik of tijdens het afvalbeheer omdat papier en karton gemakkelijk chemische stoffen absorberen. Geueke et al. [2018] benadrukken de eventuele aanwezigheid van 7 soorten contaminanten die we niet mogen veronachtzamen: koolwaterstoffen van minerale olie, bisfenolen, ftalaten, naftalenen, fotoinitiatoren, anorganische elementen en enkele eerder zeldzame verbindingen zoals 2-fenylfenol en fenantreen.

**Hier moet over nagedacht worden!** Wat we ook mogen denken, zowel de lineaire als de circulaire economie mogen nooit de volksgezondheid schaden. Het is al 20 jaar geweten dat ze ons voeding verontreinigen [Droz & Grob 1997], toch krijgen de koolwaterstoffen van minerale olie (MOH, *mineral oil hydrocarbons*) nu pas veel aandacht. Het is vooral uitermate belangrijk de migratie uit gerecycleerd papier en karton te begrijpen.

MOH bevatten erg complexe mengsels van verzadigde koolwaterstoffen (MOSH, *mineral oil saturated hydrocarbons*) en aromatische koolwaterstoffen (MOAH, *mineral oil aromatic hydrocarbons*). In afwezigheid van een functionele barrière trachten MOH van de inkt van uit de gerecycleerde vezels, doorheen de gasfase te migreren naar de verpakte voeding. De gehalten overschrijden gemakkelijk een migratielimiet van 0.6 mg per kg, die is afgeleid van de aanvaardbare dagelijkse inname die werd ter beschikking gesteld door de Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Er werd vastgesteld dat de maximale concentraties in verpakte voeding de migratielimiet met een factor van ~100 overschreden [Lorenzini et al. 2010]. De belangrijkste MOH-bron is het gerecycleerd krantenpapier, dat werd bedrukt met inkten die minerale olie bevatten. Nochtans kunnen lijmen, wassen, chemische hulpmiddelen en andere bronnen ook bijdragen tot de MOH-verontreiniging [Biedermann & Grob 2012].

Dat bisfenolen worden verspreid door de recyclage van papier werd reeds herhaaldelijk vastgesteld, zowel voor papierafval als voor gerecycleerd papier en karton [Liao & Kannan 2011; Suciú et al. 2013]. Zo bewezen analyses van 15 soorten papier uit verschillende fracties van huishoudelijk afval bijvoorbeeld dat bisfenol A (BPA) in alle monsters aanwezig was en bisfenol S in 73 % ervan [Pivnenko et al. 2015]. BPA en andere bisfenolen hebben estrogene, antiandrogene, inflammatoire en oxidatieve eigenschappen. Bovendien is het geweten dat BPA de gezondheid van de beenderen negatief beïnvloedt omwille van wijzigingen in de geslachtshormonen of omwille van de inflammatoire en oxidatieve activiteit ervan [Chin et al. 2018]. Met bisfenolen moeten we opletten; dat mogen we niet uit het oog verliezen!

Allerhande ftalaten werden al gemeten in voedselverpakkingen van gerecycleerd papier en karton. De typische bronnen in gerecycleerde pulp zijn inkten, lakken en lijmen [Fierens et al. 2012]. Ze werden herhaaldelijk geïdentificeerd en gemeten in papierafval en in gerecycleerd papier; de migratie ervan draagt significant bij tot hun aanwezigheid in verpakte voeding [Pivnenko et al. 2016; Geueke & Muncke 2017].

Ftalaten verstoren de hormoonroutes, en dat kan leiden tot afwijkingen bij de geboorte van jongens, toegenomen insulineresistentie en obesitas, verminderde neurologische ontwikkeling en een verband met kankers [Holland 2018].

In 1994 werd migratie van di-isopropylnaftalenen (DIPN) isomeren uit gerecycleerd papier en karton voor het eerst vastgesteld [Sturaro et al. 1994].

De laatste jaren toonden meerdere studies aan dat de migratie van DIPN nog steeds voorkomt [Sturaro et al. 2006; Lorenzini et al. 2013]. Mengsels van DIPN worden gebruikt als solvent in zelfcopiërend papier, ze vervangen nu de vroeger gebruikte polychlorobifenyls [Barp et al. 2015]. Op basis van dierproeven concludeerde het Amerikaanse Department of Health and Human Services dat naftaleen redelijkerwijs moet gezien worden als een kankerverwekkende stof. Het internationaal agentschap voor onderzoek naar kanker (IARC, *International Agency for Research on Cancer*) besloot dat naftaleen mogelijk kankerverwekkend is voor de mens, omdat er genoeg bewijzen zijn voor de kankerverwekkende eigenschappen in dieren, maar nog te weinig in de mens. De IARC-evaluatie is als volgt: naftaleen is mogelijk kankerverwekkend voor de mens (groep 2B). In de richtlijnen van de EPA van 1986 is naftaleen eveneens vermeld in de groep van de mogelijk kankerverwekkende stoffen voor de mens (groep C).

Het gebruik van polymere, multifunctionele fotoinitiatoren wordt gezien als de betere optie voor het bedrukken met UV-inkten en vernissen. Ze hebben een hogere moleculaire massa, geven minder bijproducten van een ontbinding door lagere vluchtigheid, en daarom is de kans groter dat ze vastzitten in de kunststofmatrix. Ze horen eigenlijk te verdwijnen tijdens de chemische reactie die de inkt droogt, maar toch kunnen er kleine hoeveelheden achterblijven omwille van onvolledige reacties. Migratie uit de verpakking van meer dan 20 verschillende fotoinitiatoren werd vastgesteld door Aparicio and Elizalde [2015]. Benzofenon en 4-methylbenzofenon werden het vaakst aangetroffen in gerecycleerd papier en karton [Vápenka et al. 2016]. Heel wat van deze fotoinitiatoren zijn hormoonverstoorders [Peynenburg et al. 2010; Reitsma et al. 2013].

Verven en pigmenten werden geïdentificeerd als de belangrijkste bronnen van anorganische verontreinigingen in papier en karton. Verpakkingen voor voeding gemaakt van nieuwe vezels bevatten minder aluminium, koper, molybdeen, barium en lood dan gerecycleerd papier en karton [BMELV 2012]. Zware metalen zoals lood, cadmium, zink en koper werden aangetroffen in golfkarton van de Turkse markt [Mertoglu-Elmas 2017].

**De ecologische crisis van vandaag wordt steeds dringender.** We zien de uiting ervan herhaaldelijk op ons TV-scherm: orkanen, wervelstormen, verwoestende overstromingen en ernstige droogten. Maar in onze drukke, oppervlakkige media-wereld verdwijnen ze weer snel naar de achtergrond.

*Maken, gebruiken en wegwerpen* dat eindigt in reusachtige afvalbergen van grondstoffen, verlies aan ecosystemen, afnemende biodiversiteit en ook de huidige klimaatcrisis. De mensheid bevindt zich in een gevaarlijke situatie. Het systeem brengt de mens in gevaar en ook de meeste andere levende wezens van onze planeet. Overigens is het niet te herstellen met wat kunst- en vliegwerk; de economie moet zich drastisch wijzigen. We moeten ons realiseren dat eigendom ook verantwoordelijkheid betekent. Vandaag moeten we allerlei dingen bezitten waarvoor we op langere termijn de verantwoordelijkheid niet opbrengen. We kunnen onmogelijk zorgen voor alle basisgrondstoffen van onze verbruiksgoederen. En wat meer is, we kunnen ze helemaal niet hergebruiken. In feite weten we niet welke materialen en welke chemicaliën het betreft, en we weten al helemaal niet welke hun eigenschappen zijn. Dat dilemma oplossen vereist de aanpak van een circulaire economie.

Circulaire economie is een trilogie. Afval moet een grondstof worden; verbruiksgoederen mogen niet toxisch zijn, ze dienen in feite heilzaam te zijn; de duurzame voorwerpen moeten opnieuw gebruikt worden, gerecycleerd of geherfabriceerd, en de energiebronnen moeten duurzaam zijn, op natuurlijke wijze hernieuwbaar. Dit geldt evenzeer voor de verpakkingen; meer dan ooit hebben we behoefte aan kwaliteitsverpakkingen voor voeding, voor gevaarlijke goederen en nog veel meer voor waardevol waregoed.

Het Belgisch Verpakkingsinstituut neemt actief deel aan de besprekingen voor veilige en kwaliteitsvolle, gerecycleerde verpakkingen, voor alternatieven voor nieuwe verpakkingsmaterialen!

## Referenties

Aparicio and Elizalde [2015]. Migration of Photoinitiators in Food Packaging: A Review, *Packaging Technology and Science* 28, 181 – 203

Barp et al [2015]. Migration of selected hydrocarbon contaminants into dry pasta packaged in direct contact with recycled paperboard, *Food Additives and Contaminants A* 32, 2, 271 - 283

Biedermann & Grob [2012]. On-line coupled high performance liquid chromatography-gas chromatography for the analysis of contamination by mineral oil. Part 2: migration from paperboard into dry foods: interpretation of chromatograms. *Journal of Chromatography A* 1255, 76 – 99

- BMELV [2012]. Ausmaß der Migration unerwünschter Stoffe aus Verpackungsmaterialien aus Altpapier in Lebensmitteln, <https://www.chm.tu-dresden>
- Droz & Grob [1997]. Determination of food contamination by mineral oil material from printed cardboard using on-line coupled LC-GC-FID, *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A* 205, 239 – 241
- Chin et al. [2018]. A Review on the Effects of Bisphenol A and Its Derivatives on Skeletal Health, *International Journal of Medical Sciences* 15, 10, 1043 – 1050
- Ellen MacArthur Foundation [2013]. *Towards the Circular Economy - Economic and business rationale for an accelerated transition*, pp. 99
- Fierens et al. [2012]. Analysis of phthalates in food products and packaging materials sold on the Belgian market, *Food and Chemical Toxicology* 50, 7, 2575 – 2583
- Geueke & Muncke [2017]. Substances of Very High Concern in food contact materials: migration and regulatory background, *Packaging Technology and Science*, DOI: 10.1002/pts.2288, pp. 13
- Geueke et al. [2018]. Food packaging in the circular economy: Overview of chemical safety aspects for commonly used materials, *Journal of Cleaner Production* 193, 491 – 505
- Holland [2018]. Socio-economic assessment of phthalates, *OECD Environment Working Papers* 133, pp. 91
- Liao & Kannan [2011]. Widespread occurrence of bisphenol A in paper and paper products: implications for human exposure, *Environmental Science and Technology* 45, 21, 9372 - 9379
- Lorenzini et al. [2010]. Saturated and aromatic mineral oil hydrocarbons from paperboard food packaging: estimation of long-term migration from contents in the paperboard and data on boxes from the market, *Food Additives and Contaminants A* 27, 12, 1765 – 1774
- Lorenzini et al. [2013]. Migration kinetics of mineral oil hydrocarbons from recycled paperboard to dry food: monitoring of two real cases, *Food Additives and Contaminants A* 30, 4, 760 – 770
- Mertoglu-Elmas [2017]. The effect of colorants on the content of heavy metals in recycled corrugated board papers, *Bioresources* 12, 2, 2690 – 2698
- Muncke et al. [2017]. Scientific Challenges in the Risk Assessment of Food Contact Materials, *Environmental Health Perspectives* 125, 9, 095001
- Peynenburg et al. [2010]. AhR-agonistic, anti-androgenic, and anti-estrogenic potencies of 2-isopropylthioxanthone (ITX) as determined by in vitro bioassays and gene expression profiling, *Toxicology in Vitro* 24, 1619 – 1628

- Pivnenko et al. [2015]. Waste paper for recycling: Overview and identification of potentially critical substances, *Waste Management* 45, 134 - 142
- Pivnenko et al. [2016]. Quantification of chemical contaminants in the paper and board fractions of municipal solid waste, *Waste Management* 51, 43 – 54
- Rau & Oberhuber [2016]. *Material Matters*, Bertram + de Leeuw Uitgevers, pp. 220
- Reitsma et al. [2013]. Endocrine-Disrupting Effects of Thioxanthone Photoinitiators, *Toxicological Sciences* 132, 1, 64 – 74
- Simoneau et al. [2016]. *Non-harmonised Food Contact Materials in the EU: Regulatory and Market Situation*, EUR 28357 EN; doi:10.2788/234276
- Stahel [2016]. Circular economy, *Nature* 531, 435 – 438
- Sturaro et al. [1994]. Food contamination by diisopropyl-naphthalenes from cardboard packages. Int. *Journal of Food Science and Technology* 29, 5, 593 - 603
- Sturaro et al. [2006]. Contamination of dry foods with trimethyldiphenylmethanes by migration from recycled paper and board packaging, *Food Additives and Contaminants* 23, 4, 431 - 436
- Suciu et al. [2013]. Recycled paper–paperboard for food contact materials: Contaminants suspected and migration into foods and food simulant, *Food Chemistry* 141, 4146 – 4151
- Van Bossuyt et al. [2016]. Printed paper and board food contact materials as a potential source of food contamination, *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 81, 10 – 19
- Vápenka et al. [2016]. Contaminants in the paper-based food packaging materials used in the Czech Republic, *Journal of Food and Nutrition Research* 55, 4, 361 – 373



## **Soyez ambitieux, limitez l'utilisation des ressources, réduisez les déchets, et stimulez le recyclage !**

*...Il faudra optimiser notre relation avec nos produits de consommation. La qualité est souvent associée à la nouveauté, pas aux soins ; l'utilisation à long terme est trop souvent indésirable et peu ingénieuse. Pourtant, l'homme continue à fabriquer, utiliser et jeter. Mais il existe une alternative : l'économie circulaire. Depuis les années 1960, le papier et le carton sont de plus en plus récupérés et recyclés dans de nouveaux produits à base de fibres. Il est toutefois important de réfléchir sur les aspects de santé publique des matériaux recyclés indépendamment de la solution que ces matériaux peuvent offrir en ces temps de crise écologique...*

L'économie circulaire vise à transformer les biens en fin de vie en nouvelles ressources, en fermant les boucles des systèmes industriels et en minimisant les déchets. Cette approche changera la logique économique actuelle, car elle remplace la production par la suffisance : réutilisez ce que vous pouvez, recyclez ce qui ne peut pas être réutilisé, réparez ce qui est cassé, reconditionnez ce qui ne peut pas être réparé [Stahel 2016]. Les modèles économiques circulaires se répartissent en deux groupes : ceux qui favorisent la réutilisation et prolongent la durée de vie grâce à la réparation, à la remise à neuf et à l'actualisation ; et ceux qui transforment les vieux biens en ressources en recyclant les matériaux.

Depuis 2010, la Fondation Ellen MacArthur renforce la sensibilisation à cette idée auprès des universitaires, des industriels et des décideurs. Une économie circulaire est réparatrice ou régénératrice par intention et par conception. Elle remplace le concept de fin de vie par la restauration, se tourne vers l'utilisation d'énergies renouvelables, élimine l'utilisation de produits chimiques toxiques qui altèrent la réutilisation et s'efforce d'éliminer les déchets grâce à une meilleure conception des matériaux, produits et systèmes, ainsi que des modèles commerciaux. Une telle économie repose sur quelques principes simples. Tout d'abord, une économie circulaire vise à « exclure » les déchets. Les produits sont conçus et optimisés pour un cycle de démontage et de réutilisation. Cela définit l'économie circulaire et la distingue de la mise au rebut et même du recyclage, où de grandes quantités d'énergie et de main-d'œuvre sont perdues. Deuxièmement, la circularité introduit une différenciation stricte entre les composants consommables et les composants durables d'un produit.

Contrairement à ce qu'on voit aujourd'hui, les consommables de l'économie circulaire sont en grande partie constitués d'ingrédients biologiques ou de « nutriments » au moins non toxiques ou même bénéfiques, et peuvent être réintroduits en toute sécurité dans notre biosphère. Les biens durables, tels que les moteurs, les ordinateurs et autres, sont constitués de nutriments techniques inadaptés à la biosphère, comme les métaux et la plupart des plastiques. Ceux-ci sont conçus dès le départ pour être réutilisés. Troisièmement, l'énergie nécessaire pour alimenter ce cycle devrait être renouvelable par nature, encore une fois pour réduire la dépendance aux ressources et accroître la résilience du système [Ellen MacArthur Foundation 2013 ; Rau & Oberhuber 2016].

**Il est bien connu que les marchés des emballages pour aliments et boissons sont importants.**

Le recyclage des déchets d'emballages alimentaires en de nouveaux emballages alimentaires révèle des défis sans précédent, notamment en matière de sécurité. L'utilisation d'emballages alimentaires recyclés, non seulement, augmente les sources potentielles de contamination, mais souvent aussi le nombre et les niveaux de contaminants pouvant migrer des emballages vers les aliments et boissons emballés, ce qui peut avoir des effets nocifs pour la santé publique [Pivnenko et al. 2016 ; Muncke et al. 2017].

La réglementation sur les emballages alimentaires en Europe et aux États-Unis exige le même niveau de sécurité pour toutes les matières recyclées et vierges pour les produits chimiques qui migrent dans les aliments [Muncke et al. 2017]. En Europe, l'utilisation de plastiques recyclés dans les matériaux en contact alimentaire (FCM, *food contact materials*) est spécifiquement réglementée par le règlement (CE) n° 282/2008 de la Commission relatif aux matériaux et aux objets en matière plastique recyclée destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires. La Food and Drug Administration des États-Unis considère les processus de recyclage des articles plastiques en contact avec les aliments au cas par cas et invite les recycleurs de plastique à soumettre des informations sur leurs processus pour évaluation et commentaire. Aux États-Unis, l'utilisation de papier et de carton recyclés est régie par le 21 CFR 176.260 : en conséquence, les vieux papiers ne doivent contenir aucune substance toxique ou dangereuse, retenue dans la pâte récupérée et migrant dans les aliments, à l'exception de ceux spécifiquement réglementés par les normes 21 USC 346 et 21 USC 348. En Europe, il n'existe pas de réglementation harmonisée pour les FCM (recyclés) en papier et en carton [Simoneau et al. 2016].

Certains États membres de l'UE ont introduit des mesures spécifiques ; et la Suisse a interdit l'utilisation de papier et de carton recyclés en contact direct avec les denrées.

**Depuis les années 1960, le papier et le carton sont de plus en plus récupérés et recyclés dans de nouveaux produits à base de fibres.** Pour un recyclage bien réussi, des systèmes de collecte séparés pour le papier et le carton ont été mis en place, évitant p.ex. les contaminations par les déchets alimentaires. La production de papier et de carton recyclés se compare à celle des fibres vierges, mais nécessite des étapes supplémentaires. Après avoir subdivisé le papier et le carton récupérés dans des qualités techniques bien définies, ils sont mélangés à l'eau pour produire une pâte. Ensuite, les pièces non fibreuses, telles les agrafes, les textiles et le ruban adhésif sont retirées. Par la suite, la pâte est broyée dans un disperseur, l'eau est éliminée dans des filtres à tambour ou des extracteurs à vis, et les fibres sont nettoyées par des traitements chimiques, thermiques et/ou mécaniques. Éventuellement, un blanchiment et un désencrage peuvent être appliqués pour améliorer l'apparence du produit final. Les fibres enchevêtrées sont ensuite mélangées avec des fibres fraîches pour obtenir la qualité requise et traitées sur une machine à papier (carton) produisant le matériau final [Geueke et al. 2018]. Les contaminants chimiques dans le vieux papier [Van Bossuyt et al. 2016 ; Geueke et al. 2018] peuvent inclure des additifs tels que les matières de charge, les agents rétenteurs, les agents d'encollage, les revêtements, les biocides et les liants synthétiques. De plus, comme le papier est couramment imprimé, teint, collé et étiqueté, les encres d'impression, les adhésifs, les photo-initiateurs, les solvants, les plastifiants, les tensioactifs et les pigments sont fréquemment détectés dans le vieux papier. Des contaminants peuvent également être introduits pendant l'utilisation et/ou la gestion des déchets, car le papier et le carton sont susceptibles d'absorber des produits chimiques. Geueke et al. [2018] soulignent la présence possible de 7 types de contaminants qui méritent toute notre attention : hydrocarbures d'huile minérale, bisphénols, phtalates, naphthalènes, photoinitiateurs, éléments inorganiques et quelques substances relativement rares comme que le 2-phénylphénol et le phénanthrène.

**Nous devons y réfléchir !** Quoi qu'on en pense, l'économie, qu'elle soit linéaire ou circulaire, ne devrait jamais compromettre la santé publique. Connus pour avoir contaminé nos aliments emballés pendant plus de 20 ans [Droz & Grob 1997], les hydrocarbures d'huile minérale (MOH, *mineral oil hydrocarbons*) suscitent actuellement beaucoup d'attention.

Un accent particulier a été mis sur la compréhension du phénomène de migration de MOH à partir du papier et carton recyclés. Les MOH se composent généralement de mélanges hautement complexes d'hydrocarbures saturés d'huile minérale (MOSH, *mineral oil saturated hydrocarbons*) et d'hydrocarbures aromatiques d'huiles minérales (MOAH, *mineral oil aromatic hydrocarbons*). En l'absence d'une barrière fonctionnelle, les MOH provenant des encres d'impression et des fibres recyclées ont tendance à migrer du matériau d'emballage alimentaire à base de papier à travers la phase gazeuse dans l'aliment sec. Les concentrations dépassaient facilement la limite de migration de 0,6 mg par kg de denrée alimentaire, calculée à partir de la dose journalière admissible, fournie par le Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires. Il a été constaté que les concentrations maximales de MOSH dans les matériaux d'emballage pouvaient potentiellement contaminer les aliments emballés à des niveaux dépassant la limite de migration d'un facteur de ~100 [Lorenzini et al. 2010]. Le recyclage des journaux imprimés avec des encres à base d'huile minérale a été identifié comme la source principale de MOSH, mais les adhésifs, les cires, les auxiliaires technologiques et d'autres sources inconnues pourraient aggraver les contaminations du MS dans le papier et le carton recyclés [Biedermann & Grob 2012].

La conclusion selon laquelle les bisphénols se sont répandus grâce au recyclage du papier a été confirmée par plusieurs études montrant leur présence dans le vieux papier, ainsi que dans le papier et le carton recyclés [Liao & Kannan 2011 ; Suciú et al. 2013]. Par exemple, une analyse de 15 types de papier à partir de différentes fractions de déchets ménagers a permis de détecter le bisphénol A (BPA) et sa variante de bisphénol S dans 100 et 73% des échantillons, respectivement [Pivnenko et al. 2015]. Le BPA (et les autres bisphénols) possède des propriétés œstrogéniques, antiandrogènes, inflammatoires et oxydantes. De plus, comme les os répondent aux changements des hormones sexuelles, ainsi qu'au statut inflammatoire et oxydatif, l'exposition au BPA peut également avoir un effet néfaste sur la santé osseuse de l'homme [Chin et al. 2018]. Les bisphénols sont des substances auxquelles nous devons faire attention. Cela doit toujours être pris en compte !

Les phtalates de tous types sont couramment mesurés dans les emballages alimentaires en papier et carton recyclés. Les sources typiques de phtalates dans la pâte recyclée sont les encres, les vernis et les adhésifs [Fierens et al. 2012]. Par conséquent, les phtalates ont été régulièrement détectés/mesurés dans les vieux papiers et le papier recyclé, et leur migration contribue de manière significative à la présence de phtalates dans les aliments emballés [Pivnenko et al. 2016 ; Geueke & Muncke 2017]. Les phtalates perturbent potentiellement les voies hormonales ; cela peut entraîner une association avec des anomalies congénitales chez les hommes, une résistance accrue à l'insuline et l'obésité, une diminution du développement neurologique et une association avec certains cancers [Holland 2018].

En 1994, la migration de 6 isomères de diisopropylnaphtalènes (DIPN) à partir d'emballages en papier et carton recyclés a été signalée pour la première fois [Sturaro et al. 1994]. Au cours des dernières années, d'autres études ont montré que la migration de DIPN à partir de papier et carton d'emballage recyclés est encore courante [Sturaro et al. 2006 ; Lorenzini et al. 2013]. Des mélanges de DIPN sont appliqués en tant que solvants dans le papier autocopiant, où ils remplacent les biphényles polychlorés précédemment utilisés [Barp et al. 2015]. Sur la base des résultats d'études animales, le Department of Health and Human Services américain a conclu que le naphtalène est un cancérogène chez l'homme. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a conclu que le naphtalène est peut-être cancérogène pour l'homme, car il existe suffisamment de preuves que le naphtalène cause le cancer chez les animaux, mais pas suffisamment de preuves sur cet effet chez l'homme. L'évaluation globale du CIRC est la suivante : le naphtalène est peut-être cancérogène pour l'homme (groupe 2B). Selon les directives de l'EPA de 1986 sur le cancer, le naphtalène a été attribué au groupe C, le groupe des cancérogènes possibles pour l'homme.

L'utilisation de photoinitiateurs multifonctionnels polymériques est considérée comme la meilleure option pour les encres et vernis à séchage ultraviolet pour l'impression d'emballages alimentaires. Ils ont un poids moléculaire plus élevé ainsi que des sous-produits de photodécomposition moins nombreux et moins volatils et une probabilité plus élevée que les photoinitiateurs classiques d'être fixés dans la matrice du polymère durcie. Ils sont destinés à disparaître lors de la réaction chimique qui sèche les encres ; cependant, des concentrations résiduelles peuvent rester dans l'encre en raison d'une réaction incomplète. Aparicio et Elizalde [2015] ont signalé la migration de plus de 20 photoinitiateurs différents à partir d'emballages alimentaires.

Parmi ceux-ci, le benzophénone et le 4-méthylbenzophénone ont été identifiées le plus fréquemment dans le papier et le carton recyclés [Vápenka et al. 2016]. Plusieurs de ces photoinitiateurs peuvent être des perturbateurs endocriniens [Peynenburg et al. 2010 ; Reitsma et al. 2013].

Les peintures et les pigments ont été identifiés comme principales sources de contaminants inorganiques dans le papier et le carton. Les emballages alimentaires fabriqués à partir de fibres fraîches contenaient des concentrations nettement plus faibles d'aluminium, de cuivre, de molybdène, de baryum et de plomb que le papier et le carton recyclés [BMELV 2012]. Des métaux lourds tels que le plomb, le cadmium, le zinc et le cuivre étaient présents dans des échantillons de carton ondulé recyclé provenant du marché turc [Mertoglu-Elmas 2017].

**La crise écologique à laquelle nous sommes confrontés est de plus en plus urgente.** Très souvent, elle atteint nos écrans de télévision sous forme d'ouragans, de typhons, d'inondations dévastatrices et de graves sécheresses. Néanmoins, elle retourne rapidement à l'arrière-plan de notre monde très animé, médiatique et superficiel.

*Fabriquer, utiliser et jeter* se traduit par un gigantesque gaspillage de matières premières, mais également d'une perte d'écosystèmes, d'une diminution de la biodiversité et de la crise climatique actuelle. L'humanité se trouve dans une situation périlleuse. Le système met en danger les gens et la plupart des êtres sur cette planète. Et nous ne pouvons pas réparer ce système par des interventions et des améliorations mineures ; nous devons changer fondamentalement l'économie. Nous devons nous réaliser que la propriété amène la responsabilité. Aujourd'hui, nous sommes obligés de posséder toutes sortes de choses pour lesquelles nous ne pouvons assumer de responsabilités à long terme. Nous ne pouvons pas prendre en charge toutes les matières premières utilisées dans nos consommables. De plus, nous ne pouvons certainement pas les réutiliser. En fait, nous ne savons même pas quels matériaux ou produits chimiques sont impliqués et nous ne connaissons pas leurs propriétés. Pour résoudre ce dilemme, nous avons besoin de l'économie circulaire.

L'économie circulaire est une trilogie. Les déchets devront devenir un matériau de départ ; les consommables doivent être non toxiques et éventuellement même bénéfiques, tandis que les biens durables doivent être réutilisés, recyclés ou refabriqués ; et les sources d'énergie devront être durables, renouvelables par nature.

Cela vaut également pour les emballages ; plus que jamais, nous avons besoin d'emballages de qualité pour la nourriture, pour les produits dangereux et autres objets de valeur.

L'Institut Belge de l'Emballage prend activement part aux négociations pour des emballages sécurisés, qualitatifs et recyclés, ainsi que pour des alternatives pour les matériaux d'emballage vierges !

## Références

Aparicio and Elizalde [2015]. Migration of Photoinitiators in Food Packaging: A Review, *Packaging Technology and Science* 28, 181 – 203

Barp et al [2015]. Migration of selected hydrocarbon contaminants into dry pasta packaged in direct contact with recycled paperboard, *Food Additives and Contaminants A* 32, 2, 271 – 283

Biedermann & Grob [2012]. On-line coupled high performance liquid chromatographygas chromatography for the analysis of contamination by mineral oil. Part 2: migration from paperboard into dry foods: interpretation of chromatograms. *Journal of Chromatography A* 1255, 76 – 99

BMELV [2012]. Ausmaß der Migration unerwünschter Stoffe aus Verpackungsmaterialien aus Altpapier in Lebensmitteln, <https://www.chm.tu-dresden>

Droz & Grob [1997]. Determination of food contamination by mineral oil material from printed cardboard using on-line coupled LC-GC-FID, *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A* 205, 239 – 241

Chin et al. [2018]. A Review on the Effects of Bisphenol A and Its Derivatives on Skeletal Health, *International Journal of Medical Sciences* 15, 10, 1043 - 1050

Ellen MacArthur Foundation [2013]. *Towards the Circular Economy - Economic and business rationale for an accelerated transition*, pp. 99

Fierens et al. [2012]. Analysis of phthalates in food products and packaging materials sold on the Belgian market, *Food and Chemical Toxicology* 50, 7, 2575 – 2583

Geueke & Muncke [2017]. Substances of Very High Concern in food contact materials: migration and regulatory background, *Packaging Technology and Science*, DOI: 10.1002/pts.2288, pp. 13

- Geueke et al. [2018]. Food packaging in the circular economy: Overview of chemical safety aspects for commonly used materials, *Journal of Cleaner Production* 193, 491 – 505
- Holland [2018]. Socio-economic assessment of phthalates, *OECD Environment Working Papers* 133, pp. 91
- Liao & Kannan [2011]. Widespread occurrence of bisphenol A in paper and paper products: implications for human exposure, *Environmental Science and Technology* 45, 21, 9372 - 9379
- Lorenzini et al. [2010]. Saturated and aromatic mineral oil hydrocarbons from paperboard food packaging: estimation of long-term migration from contents in the paperboard and data on boxes from the market, *Food Additives and Contaminants A* 27, 12, 1765 – 1774
- Lorenzini et al. [2013]. Migration kinetics of mineral oil hydrocarbons from recycled paperboard to dry food: monitoring of two real cases, *Food Additives and Contaminants A* 30, 4, 760 – 770
- Mertoglu-Elmas [2017]. The effect of colorants on the content of heavy metals in recycled corrugated board papers, *Bioresources* 12, 2, 2690 - 2698
- Muncke et al. [2017]. Scientific Challenges in the Risk Assessment of Food Contact Materials, *Environmental Health Perspectives* 125, 9, 095001
- Peynenburg et al. [2010]. AhR-agonistic, anti-androgenic, and anti-estrogenic potencies of 2-isopropylthioxanthone (ITX) as determined by in vitro bioassays and gene expression profiling, *Toxicology in Vitro* 24, 1619 – 1628
- Pivnenko et al. [2015]. Waste paper for recycling: Overview and identification of potentially critical substances, *Waste Management* 45, 134 - 142
- Pivnenko et al. [2016]. Quantification of chemical contaminants in the paper and board fractions of municipal solid waste, *Waste Management* 51, 43 – 54
- Rau & Oberhuber [2016]. *Material Matters*, Bertram + de Leeuw Uitgevers, pp. 220
- Reitsma et al. [2013]. Endocrine-Disrupting Effects of Thioxanthone Photoinitiators, *Toxicological Sciences* 132, 1, 64 – 74
- Simoneau et al. [2016]. *Non-harmonised Food Contact Materials in the EU: Regulatory and Market Situation*, EUR 28357 EN; doi:10.2788/234276
- Stahel [2016]. Circular economy, *Nature* 531, 435 – 438
- Sturaro et al. [1994]. Food contamination by diisopropyl-naphthalenes from cardboard packages. *Int. Journal of Food Science and Technology* 29, 5, 593 – 603



Sturaro et al. [2006]. Contamination of dry foods with trimethyldiphenylmethanes by migration from recycled paper and board packaging, *Food Additives and Contaminants* 23, 4, 431 - 436

Suciu et al. [2013]. Recycled paper–paperboard for food contact materials: Contaminants suspected and migration into foods and food simulant, *Food Chemistry* 141, 4146 – 4151

Van Bossuyt et al. [2016]. Printed paper and board food contact materials as a potential source of food contamination, *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 81, 10 – 19

Vápenka et al. [2016]. Contaminants in the paper-based food packaging materials used in the Czech Republic, *Journal of Food and Nutrition Research* 55, 4, 361 – 373