

Migration phenomena still very much in the focus

For millennia, humans have stored their food in containers they found in nature. One used dried gourds, shells, hollow logs and leaves as well as baskets and pottery. By the first century BC, the Chinese were wrapping food with treated tree bark, leaves and other forerunners of paper.

Centuries later, Napoleon Bonaparte, concerned about keeping his armies fed, offered a cash prize to the inventor who could develop a reliable method of food preservation. Nicolas Appert — ninth child of a couple of innkeepers of Chalons-sur-Marne, who was already familiar with the modes of food preservation at a young age — took on the challenge and eventually introduced a method that involved heat-processing of food in glass jars reinforced with wire and sealed with wax. This technique is similar to the method of sealing jelly jars with paraffin wax, still used by few people. It wasn't until almost a century after Nicolas Appert took on Napoleon's food preservation challenge that Louis Pasteur was able to demonstrate how the growth of microorganisms causes food spoilage. Prior to that, people knew that canning methods worked, but did not know why.

Plastics were discovered in the 19th and 20th century, but were not used in any food packaging until well into the 20th century [Risch 2009]. After World War II, there was a growing focus on food and food quality and there were quite some developments to improve the food quality and allow for consumers to have a wide variety of foods year-round. Materials, including plastics, that were developed for military applications found their way into food packaging after the war.

The plastics' realm has seen major improvement in materials. Polyethylene (PE) was one of the plastics used widely for food packaging. The first plastic sandwich bag on a roll was introduced in 1957. Some 10 years later, over 25 % of all bread sold in the United States was packed in low density PE. That package is still in wide use for many bread products. Some companies have gone back to the use of paper bags to give the bread an artisanal feel, however.

Widely used by the carbonated beverage industry is the plastic beverage bottle made of polyethylene terephthalate (PET). PET is not only convenient, lightweight and shatter resistant, it also offers expanded new use occasions where glass is normally prohibited, such as in airlines or outdoor events (stadiums, concerts, picnics...). Moreover, in addition to the use of PET bottles for mineral water and softdrinks, one prefers to see them for beer and wine too. The challenge in using PET is that it must provide a barrier to both carbon dioxide and flavors while not contaminating the product with components of the PET that can migrate from the package to the product.

Advances in active and intelligent packaging are on the rise and our demand for such packagings is surging with it [Labuza & Breene 1989; Scully 2009]. One type, referred to as a suscepter (a suscepter is used for its ability to absorb electromagnetic energy and convert it into heat), is used for microwave foods, including popcorn. Another example is the active packaging material that can absorb oxygen. Some companies are also exploring different means of incorporating flavors into packaging to maintain the quality of the flavor and have them released at the time of consumption. Flavors and nutritional supplements e.g. are sealed into the cap of a bottle. When the cap is twisted to open the bottle, a small plastic blade cuts the seal and releases the nutrients and flavor agents into the beverage. This preserves the quality and freshness of the flavors and supplements until the time of consumption. Just one step further is the incorporation of biocides to be released into the food in view of a longer preservation and to inhibit bacterial attack or proliferation [Han 2000].

Our daily routine has many close encounters with food packaging, says L. Claudio [2012]. For a quick breakfast, cereals from a paperboard box and a can of energy drink. For lunch, canned tuna with salad and tomatoes in a clear plastic clamshell container and a plastic bottle of water. Afternoon snacks are a shrink-wrapped tray of fruit or a foil-lined plastic bag of potato chips. And by the time we dish up our supper of baked chicken and frozen broccoli, we have reaped the benefits of numerous different food-packaging materials.

Packaged food is very convenient. It is nice to have good food that you can grab and go. It is conscientious to buy food that is well packed and stays fresh for long. But we should not forget that all packaging materials affect our food as well as the food we give to our kids.

Very often packaging and food contact materials (FCM) are made of plastic or have a synthetic material (layer) in direct contact with the foodstuff, e.g. the can coating, the laminate in beverage cartons or the closure of glass jars. Importantly, FCM are not inert. Chemicals contained in the FCM, such as monomers, additives, processing aids as well as reaction by-products, can diffuse into our foods [Muncke et al. 2014].

And they do not belong there!

Uncertain and unknown risks are those which generate the greatest concern. FCM are known to be significant sources of chemical food contamination. The total number of known chemicals intentionally used in FCM exceeds 4000 [Neltner et al. 2011]. Additionally, numerous compounds can be present in foodstuff even though their introduction could not reasonably be expected from normal practices and procedures [Poças et al. 2007]. Such contaminants might be degradation products of allowed or inoffensive molecules, impurities or unknowingly the result of "bad practices". Their numbers are gigantic and chemical analysis of all non-intentionally as well as intentionally added compounds is extremely difficult [Biedermann & Grob 2013; Nerin et al. 2013].

Lifelong, low-dose exposure to FCM is of concern for several reasons. First, acknowledged toxicants are legally used in FCM in Europe, the USA and other regions too [Muncke et al. 2014]. The unexpected release of formaldehyde by commonly used melamine tableware e.g. has

caused something of a stir. Melamine is, however, a good quality material, but it is not suitable for use in the microwave [Poovarodom et al. 2014].

Second, chemicals of high concern [European Chemicals Agency ECHA, <http://echa.europa.eu/addressing-chemicals-of-concern/authorisation/substances-of-very-high-concern-identification>] are present in FCM [Geueke et al. 2014]. Several of these are endocrine disrupting chemicals (EDC), for example several phthalates. Understanding and testing of the hazardous effects of those chemicals is generally done one contaminant at a time. Interactions between several chemicals (the contaminant cocktails) and their combined effects have not sufficiently been studied, however. EDC in food products are typically found as very complex mixtures, whereby additive, antagonistic or synergistic interactions may be expected. Additionally, it is very often assumed that those chemicals have only one single site of action, but EDC are generally characterized by the ability to activate several receptors.

And, finally, the total number of both known and unknown chemicals used in FCM exceeds largely a few thousand. Given the low levels of toxicants generally found in foods and their high numbers, the difficulty of analysing chemicals in complex food matrices and the considerable financial effort required for the development of suitable analytical methods, it is not surprising that several chemicals still slip through the "analytical" net.

It is strongly recommended that bioassays in combination with chemo-analytical methods should be the privileged tool of analysis for identifying innumerable suspicious chemicals, some of them known to produce adverse health effects, some insufficiently studied and others not yet identified [Goeyens 2014].

In addition, integrating knowledge about the FCM chemical composition and migration into food in epidemiological studies should be regarded as a challenge and an opportunity [Muncke 2014]. Eventually, multidisciplinary research of both epidemiologists, toxicologists and chemists will strengthen primary prevention policies by reducing chemical exposures resulting from a manageable source. It will also advance basic and applied knowledge on the molecular and physiological mechanisms that link some environmental chemicals and human diseases.

We do not use gourds or shells anymore. We are now familiar with many foods year-round that otherwise could not be preserved. We have access to microwave popcorn and fresh-cut produce, which owe their existence to the unique packaging that has been developed. And chemistry played a predominant role in these developments.

But, chemistry also played a predominant role in the spread of chemical toxicants. Genuis [2009] says "In the last 50 years, we have learned how to create and unleash thousands of new synthetic chemicals into our homes, workplaces, schools and playgrounds; in the next 50 years we will learn the gravity of what we have done."

The message of Genuis [2009] should not be ignored.

References

- Biedermann & Grob [2013]. Is comprehensive analysis of potentially relevant migrants from recycled paperboard into foods feasible? *Journal of Chromatography A* 1272, 106 – 115
- Claudio [2012]. Our Food, Packaging and Public Health, *Environmental Health Perspectives* 120, 6, A 232 – A 237
- Genuis [2009]. Nowhere to hide: Chemical toxicants and the unborn child, *Reproductive Toxicology* 28, 115 – 116
- Geueke et al. [2014]. Food contact substances and chemicals of concern: a comparison of inventories, *Food Additives & Contaminants: Part A* 31, 8, 1438 – 1450
- Goeyens [2014]. Fear over contaminants cocktail; today chemo and bio-analyses should be combined, in *Food and packaging: a chemical spark*, Acco, Leuven, Belgium
- Han [2000]. Antimicrobial Food Packaging, *Food Technology* 54, 3, 56 – 65
- Labuza & Breene [1989]. Applications of "Active Packaging" for improvement of shelf-life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life foods, *Journal of Food Processing and Preservation* 13, 1, 1 – 69
- Muncke et al. [2014]. Food packaging and migration of food contact materials: will epidemiologists rise to the neotoxic challenge? *Journal of Epidemiology & Community Health* 68, 7, 592 – 594
- Neltner et al. [2011]. Navigating the U.S. Food Additive Regulatory Program, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 10, 342 – 368
- Nerin et al. [2013]. The challenge of identifying non-intentionally added substances from food packaging materials: A review, *Analytica Chimica Acta* 775, 14 – 24
- Poças et al. [2007]. Exposure assessment of chemicals from packaging materials in foods: a review, *Trends in Food Science and Technology* 18, 219 – 230
- Poovarodom et al. [2014]. Effects of microwave heating on the migration of substances from melamine formaldehyde tableware, *Food Additives & Contaminants: Part A* 31, 9, 1616 - 1624
- Risch [2009]. Food Packaging History and Innovations, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57, 8089 – 8092
- Scully [2009]. Active Packaging, in Yam (ed.) *The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology*, 2 – 9

Het fenomeen migratie nog steeds in de belangstelling

De mens heeft zijn voedsel gedurende duizenden jaren bewaard in containers, die hij vond in de natuur. Men gebruikte gedroogde kalebassen, schelpen, holle boomstammen en bladeren evenals manden en potten. Reeds tijdens de eerste eeuw v.C. wikkelden de Chinezen hun voeding in behandelde boomschors, bladeren en andere voorlopers van papier.

Eeuwen later loofde Napoleon Bonaparte, bekommerd als hij was om de voeding van zijn leger, een prijs uit aan de uitvinder, die een betrouwbare methode voor de bewaring van voeding kon bedenken. Nicolas Appert — het negende kind van een koppel herbergiers uit Chalons-sur-Marne, die al snel vertrouwd was met methodes om voedsel te bewaren — ging de uitdaging aan en ontwikkelde later een methode gebaseerd op het verhitten van voeding in glazen potten, die verstevigd waren met draad en werden afgesloten met was. Die techniek leek op de techniek om geleipotten af te dekken met paraffinewas, zoals die vandaag nog sporadisch wordt gebruikt. Nadat Nicolas Appert de uitdaging van Napoleon Bonaparte om voedsel te bewaren had aanvaard, duurde het nog ongeveer een eeuw voor Louis Pasteur kon aantonen dat micro-organismen voedselbederf kunnen veroorzaken. Voordien wisten de mensen dat het inblikken van voeding kon helpen, maar ze wisten niet waarom.

Kunststoffen werden uitgevonden in de 19^e en 20^e eeuw, maar werden pas ver in de 20^e eeuw aangewend in voedingsverpakkingen [Risch 2009]. Na Wereldoorlog II merkte men een toegenomen aandacht voor voeding en voedingskwaliteit en er waren nogal wat ontwikkelingen om de kwaliteit van voedsel te verbeteren en ervoor te zorgen dat consumenten het hele jaar door over een grote verscheidenheid aan voedsel kunnen beschikken. Materialen, waaronder kunststoffen, die ontwikkeld werden voor militaire doeleinden vonden na de oorlog hun weg naar de verpakking.

De wereld der kunststoffen zag heel wat verbeteringen in de materialen. Polyethyleen (PE) was een van de kunststoffen, die veel werden gebruikt voor voedingsverpakking. De eerste zakjes voor sandwiches uit kunststof op rol dateren van 1957. En zo'n 10 jaar later werd in de Verenigde Staten ongeveer 25 % van al het verkochte brood verpakt in lage densiteit-PE [Risch 2009]. Het wordt nog steeds gebruikt om broodproducten te verpakken, al grepen sommige bedrijven terug naar papieren zakken omwille van het artisanale gevoel daarbij.

Vaak gebruikt voor koolzuurhoudende dranken is de kunststoffen fles, vervaardigd uit polyethyleen tereftalaat (PET). PET is erg handig, licht en breukbestendig en het biedt uitgebreide mogelijkheden voor nieuwe toepassingen zoals in de luchtvaart en bij buitenactiviteiten (stadions, concerten, picnic,...). Daarenboven krijgt het bovenop het gebruik voor mineraal water en frisdrank ook reeds de voorkeur voor bier en wijn. De uitdaging voor PET is een barrière te vormen voor koolstofdioxide en smaakstoffen zonder de producten zelf te verontreinigen met componenten, die uit het PET kunnen migreren.

De ontwikkelingen op het vlak van actieve en intelligente verpakkingen nemen steeds maar toe evenals de vraag naar deze verpakkingen [Labuza & Breene 1989; Scully 2009]. Een type, dat men de susceptor noemt (susceptor-materiaal wordt gebruikt omdat het elektromagnetische energie kan absorberen en omzetten in warmte), wordt gebruikt voor microgolfvoeding en ook voor popcorn. Een ander voorbeeld is de actieve verpakking, die zuurstof kan absorberen. Sommige bedrijven verkennen bovendien de mogelijkheden om smaakstoffen zo in de verpakking te incorporeren dat ze hun kwaliteit bewaren en kunnen toegevoegd worden vlak voor de consumptie. Smaakstoffen en voedingssupplementen kunnen opgesloten zitten in de dop van de fles. Wanneer de dop wordt opengedraaid, snijdt een klein kunststoffen mesje door de afdichting en doet de nutriënten en smaakstoffen in de drank vallen. Zo worden hun kwaliteit en versheid bewaard tot op het moment van consumptie. Net een stapje verder is de incorporatie van biociden, die vrijkomen in de voeding om deze langer te kunnen bewaren en uitbarstingen of proliferatie van bacteriën tegen te gaan [Han 2000].

In onze dagelijkse routine komen we vaak verpakte voeding tegen, zegt L. Claudio [2012].

Voor een snel onbijt, granen uit een kartonnen doos en een blikje energiedrank. De lunch bestaat uit tonijn met sla en tomaat in een transparante blister-verpakking en een flesje water uit kunststof. Snacks voor na de middag, een schaalje fruit verpakt in krimpfolie of chips uit een gemetalliseerd kunststoffen zakje. En wanneer we ons avondmaal van gebakken kip met diepvries broccoli opdienen, hebben we meermaals de voordelen van heel wat verschillende verpakingsmaterialen voor voeding ervaren.

Verpakte voeding is zeer gemakkelijk. Het is prettig goede voeding, die voor het grijpen ligt, te eten en dan meteen weer op te stappen. Het is gewetensvol goed verpakte en verse voeding, die lang houdt, te kopen. Maar we mogen niet vergeten dat alle verpakingsmaterialen onze voeding en die van onze kinderen beïnvloeden.

Heel vaak zijn verpakings- en voedselcontactmaterialen (FCM) gemaakt van kunststof of ze hebben een synthetische laag in contact met de voeding, b.v. de afdeklaag in blikjes, het laminaat in drankkartons en de afdichtingen in de deksels van glazen potten. Belangrijk is te weten dat FCM niet 100 % inert zijn. De chemische stoffen van het FCM, zoals de monomeren, additieven, proceshulpmiddelen en ook de reactieproducten, kunnen naar de voeding migreren [Muncke et al. 2014].

En daar horen ze niet thuis!

Uit onzekere of onbekende risico's ontstaat de grootste bezorgdheid. FCM staan bekend als significante bronnen van chemische voedselverontreiniging. Het totaal aantal bekende chemische stoffen dat noodzakelijk is voor de productie van FCM is groter dan 4000 [Neltner et al. 2011]. Daar komt nog bij dat er veel stoffen kunnen aanwezig zijn waarvan men redelijkerwijze niet verwacht dat ze gebruikt worden bij normale praktijk en procedures [Poças et al. 2007]. Dat kunnen degradatieproducten zijn van toegestane of ongevaarlijke moleculen, onzuiverheden en zelfs, zonder het te beseffen, de ongewilde gevolgen van "slechte praktijken" (b.v. het gebruik van goedkope, onzuivere ingrediënten). Hun aantallen zijn gigantisch en de

chemische analyse van alle opzettelijk en onopzettelijk toegevoegde stoffen is uitzonderlijk moeilijk [Biedermann & Grob 2013; Nerin et al. 2013].

Een levenslange blootstelling aan kleine doses is een zorg omwille van meerdere redenen. Ten eerste, zijn er gekende toxische stoffen die wettelijk toegelaten worden in FCM in Europa, de VSA en ook andere landen [Muncke 2014]. Formaldehyde, dat kan vrijkomen uit vaak gebruikt melamine-tafelgerief, heeft b.v. heel wat stof doen opwaaien. Melamine is nochtans een degelijk materiaal, maar het is niet geschikt voor gebruik in de microgolfoven [Poovarodom et al. 2014].

Ten tweede, zijn er ook zeer zorgwekkende chemische stoffen [European Chemicals Agency ECHA, <http://echa.europa.eu/addressing-chemicals-of-concern/authorisation/substances-of-very-high-concern-identification>] aanwezig in FCM [Geueke et al. 2014]. Verschillende daarvan zijn hormoonverstoorders (EDC), b.v. een aantal ftalaten. Over het algemeen bestuderen en testen we de gevaarlijke effecten van deze chemicaliën één voor één. De interacties tussen verschillende stoffen (de contaminant cocktails) en hun gecombineerd effect werden tot vandaag onvoldoende bestudeerd. EDC in voeding worden nochtans aangetroffen als complexen mengsels, waarbij men zowel additieve, antagonistische en synergetische effecten kan verwachten. En er wordt van die chemische stoffen aangenomen dat ze slechts één enkele actiesite hebben, maar meestal vertonen EDC het kenmerk meerdere receptoren te kunnen activeren.

En, tenslotte, is het aantal bekende en onbekende chemische stoffen in FCM ruim groter dan een paar duizend. Omwille van de lage gehalten aan toxische stoffen in voedselproducten en hun grote aantallen, omwille van de moeilijkheid om die chemische stoffen te analyseren in de zeer complexe voedingsmatrices en omwille van de aanzienlijke financiële inspanning, die de ontwikkeling van geschikte analytische methoden vergt, hoeft het niet te verwonderen dat een aantal stoffen nog door de mazen van het "analytisch" net glippen.

Het is sterk aan te bevelen dat bio-assays samen met chemo-analytische technieken zouden gebruikt worden om de ontelbare verdachte chemische stoffen te identificeren, enkele daarvan staan bekend voor hun negatieve gezondheidseffecten, enkele werden onvoldoende bestudeerd en nog andere zijn niet eens geïdentificeerd [Goeyens 2014].

Daarenboven zou men bij epidemiologische studies de combinatie van kennis omtrent de chemische samenstelling van FCM en van de voeding zelf moeten zien als een uitdaging en een opportuniteit [Muncke 2014]. Dan zal multidisciplinair onderzoek van epidemiologen, toxicologen en chemici het primair preventiebeleid verbeteren door de blootstelling aan chemische stoffen uit controleerbare bron te reduceren. Tevens zal dat de fundamentele en toegepaste kennis verhogen van de moleculaire en fysiologische mechanismen, die chemische stoffen uit het milieu koppelen aan ziektes van de mens.

We maken geen gebruik meer van kalebassen of schelpen. Het hele jaar door zijn we vertrouwd met een veelheid van voedingsproducten, vrijwel allemaal op een speciale manier verpakt om ze goed te kunnen bewaren. We hebben popcorn uit de microgolfoven en we

hebben vers gesneden producten, dat alles dank zij het bestaan van unieke verpakkingen. En de chemie speelde een hoofdrol in de ontwikkeling daarvan.

Maar de chemie speelde eveneens een hoofdrol in de verspreiding van toxische stoffen. Genuis [2009] zegt "tijdens de laatste 50 jaar hebben we geleerd hoe duizenden nieuwe synthetische stoffen kunnen gecreëerd worden en hoe ze kunnen vrijkomen in onze woningen, werkplaatsen, scholen en speelruimten; tijdens de volgende 50 jaar zullen we leren wat de ernst is van wat we gedaan hebben".

De boodschap van Genuis [2009] mag niet worden veronachtzaamd.

Referenties

Biedermann & Grob [2013]. Is comprehensive analysis of potentially relevant migrants from recycled paperboard into foods feasible? *Journal of Chromatography A* 1272, 106 – 115

Claudio [2012]. Our Food, Packaging and Public Health, *Environmental Health Perspectives* 120, 6, A 232 – A 237

Genuis [2009]. Nowhere to hide: Chemical toxicants and the unborn child, *Reproductive Toxicology* 28, 115 – 116

Geueke et al. [2014]. Food contact substances and chemicals of concern: a comparison of inventories, *Food Additives & Contaminants: Part A* 31, 8, 1438 – 1450

Goeyens [2014]. Fear over contaminants cocktail; today chemo and bio-analyses should be combined, in *Food and packaging: a chemical spark*, Acco, Leuven, Belgium

Han [2000]. Antimicrobial Food Packaging, *Food Technology* 54, 3, 56 – 65

Labuza & Breene [1989]. Applications of "Active Packaging" for improvement of shelf-life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life foods, *Journal of Food Processing and Preservation* 13, 1, 1 – 69

Muncke et al. [2014]. Food packaging and migration of food contact materials: will epidemiologists rise to the neotoxic challenge? *Journal of Epidemiology & Community Health* 68, 7, 592 – 594

Neltner et al. [2011]. Navigating the U.S. Food Additive Regulatory Program, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 10, 342 – 368

Nerin et al. [2013]. The challenge of identifying non-intentionally added substances from food packaging materials: A review, *Analytica Chimica Acta* 775, 14 – 24

Poças et al. [2007]. Exposure assessment of chemicals from packaging materials in foods: a review, *Trends in Food Science and Technology* 18, 219 – 230

Poovarodom et al. [2014]. Effects of microwave heating on the migration of substances from melamine formaldehyde tableware, *Food Additives & Contaminants: Part A* 31, 9, 1616 - 1624

Risch [2009]. Food Packaging History and Innovations, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57, 8089 – 8092

Scully [2009]. Active Packaging, in Yam (ed.) *The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology*, 2 – 9

Le phénomène de migration est toujours dans le centre d'intérêt

L'homme a conservé sa nourriture pendant des milliers d'années dans des récipients trouvés dans la nature. On a utilisé des courges séchées, des coquilles, des troncs creux et des feuilles ainsi que des paniers et des pots. Déjà pendant le premier siècle av J-C., les chinois ont enroulé leurs denrées dans une écorce d'arbre traitée, dans des feuilles et autres précurseurs du papier.

Des siècles plus tard Napoléon Bonaparte, toujours soucieux de bien nourrir son armée, promettait un prix à l'inventeur, qui pouvait concevoir une méthode fiable pour préserver les aliments. Nicolas Appert — le neuvième enfant d'un couple d'aubergistes de Châlons-sur-Marne, qui était déjà bien au courant des méthodes pour conserver la nourriture — a relevé le défi et développé une méthode, basée sur le chauffage des aliments dans des bocaux en verre, renforcés avec du fil et scellés avec de la cire. Cette technique ressemble à celle pour sceller les pots de confiture avec de la cire de paraffine, encore utilisée aujourd'hui. Quand Nicolas Appert a accepté le défi de Napoléon Bonaparte pour conserver des denrées, il a fallu attendre pres d'un siècle avant que Louis Pasteur démontre que les micro-organismes causent la détérioration des aliments. Les gens savaient que la mise en conserve des aliments pouvait aider, mais ils ne savaient pas pourquoi.

Les plastiques ont été inventés dans les 19^e et 20^e siècles, mais n'étaient pas utilisés dans les emballages alimentaires avant la fin du 20^e siècle [Risch 2009]. Après la seconde guerre mondiale, on a observé un intérêt accru pour les aliments et la qualité nutritionnelle et il y avaient plusieurs développements pour améliorer la qualité de la nourriture et pour permettre aux consommateurs d'avoir toute l'année une grande variété d'aliments. Des matériaux, les matières plastiques y incluses, élaborés à des fins militaires, ont trouvé leur application dans l'emballage après la guerre.

Le monde des plastiques a connu beaucoup d'améliorations dans les matériaux. Le polyéthylène (PE) a été un plastique largement utilisé pour l'emballage alimentaire. Le premier rouleau de sacs plastiques pour sandwiches date de 1957. Et une dizaine d'années plus tard 25 % du pain vendu en Amérique était emballé en PE basse densité. Il est toujours utilisé pour emballer des produits de boulangerie. Certaines entreprises ont cependant repris l'utilisation des sacs en papier pour donner au pain une sensation artisanale.

Souvent utilisé pour les boissons pétillantes est la bouteille en poly(téréphtalate d'éthylène) (PET). Le PET est très pratique, léger et résistant à la rupture et il offre de nombreuses possibilités pour de nouvelles applications p.e. pour les compagnies aériennes et pour les activités en plein air (stades, concerts, pique-nique, etc..), où le verre est interdit. En outre, à part l'utilisation pour les eaux minérales et boissons gazeuses, on le préfère déjà pour la bière et le vin. Le défi pour le PET est de former une barrière pour le dioxyde de carbone et les substances aromatisantes sans contaminer pour autant les produits mêmes avec des substances chimiques qui peuvent migrer du PET.

Les développements dans le domaine des emballages actifs et intelligents sont à la hausse ainsi que la demande pour ce type d'emballages [Labuza & Breene 1989 ; Scully 2009]. Un type, appelé le susceptible (le matériau susceptible est utilisé parce qu'il peut absorber l'énergie électromagnétique et la convertir en chaleur), est utilisé pour les aliments à micro-ondes et même pour le popcorn. Un autre exemple est l'emballage actif, qui peut absorber l'oxygène. En outre, certaines sociétés explorent les différents moyens pour incorporer des saveurs dans un emballage pour en maintenir la qualité et pour les libérer au moment de la consommation. Les arômes et compléments alimentaires peuvent être stockés dans le bouchon de la bouteille. Lorsque le bouchon est ouvert, une petite lame en plastique coupe le sceaux et fait tomber les nutriments et les saveurs dans la boisson. Ainsi leur qualité et leur fraîcheur est conservée jusqu'au moment de la consommation. Un peu plus loin serait alors l'incorporation de biocides, qui peuvent être libérés dans les aliments pour les préserver plus longtemps et pour inhiber l'attaque et la prolifération bactériennes [Han 2000].

Dans notre routine quotidienne nous rencontrons souvent des aliments emballés, dit L. Claudio [2012]. Pour le petit déjeuner rapide, des céréales dans une boîte en carton et une canette de boisson énergisante. Le déjeuner se compose de thon avec laitue et tomate dans un emballage transparent à clapet et une bouteille d'eau en plastique. Un snack l'après-midi, des fruits emballés dans un film rétractable ou des chips dans un sac en plastique métallisé. Et quand nous avons servi notre dîner de poulet rôti avec du brocoli surgelé, nous avons connu maintes fois les avantages des différents emballages alimentaires.

L'alimentation emballée est très pratique. C'est agréable de manger un bon aliment, qu'on a sous la main, et de partir immédiatement après. On est consciencieux quand on achète des aliments bien emballés et frais, qui se conservent plus longtemps. Mais il ne faut pas oublier que tous les matériaux d'emballage ont un effet sur notre nourriture et celle de nos enfants.

Très souvent, les emballages et les matériaux pour contact alimentaire (FCM) sont en plastique ou ils ont une couche synthétique en contact avec l'aliment, p.e. la couche de revêtement dans les boîtes de conserve, la couche laminée dans les cartons pour boissons et les joints dans des bords en verre. Il est important de savoir que les FCM ne sont pas inertes. Les substances chimiques du FCM, comme les monomères, les additifs, les adjuvants et également les produits de réaction, peuvent migrer vers l'alimentation [Muncke et al., 2014].

Et là, ils ne devraient pas être.

Les risques incertains ou inconnus sont ceux qui génèrent la plus grande préoccupation. Nous savons que les FCM sont des sources importantes de contamination chimique alimentaire. Le nombre total de substances chimiques connues, qui sont utilisées intentionnellement dans les FCM, est supérieur à 4000 [Neltner et al., 2011]. En outre, beaucoup de substances peuvent être présentes, même si leur présence n'est pas raisonnablement attendue des pratiques et procédures normales [Poças et al., 2007]. Il peut être question de produits de décomposition des molécules permises et inoffensives, d'impuretés et même, sans s'en rendre compte, d'un résultat de "mauvaises pratiques" indésirable. Leur nombre est gigantesque et les analyses

chimiques toutes les substances ajoutées intentionnellement et non intentionnellement sont très compliquées [Biedermann & 2013 Grob ; Nerin et al., 2013].

Une exposition à des petites doses pendant toute la vie est préoccupante et cela pour plusieurs raisons. Tout d'abord, des produits toxiques connus sont autorisés par la loi dans les FCM en Europe, aux Etats-Unis et dans d'autres pays [Muncke 2014]. La formaldéhyde libérée de certains ustensiles en mélamine a fait couler pas mal d'encre [Poovarodom et al., 2014]. La mélamine est un produit de qualité cependant, mais elle ne convient pas pour le four à micro-ondes.

Deuxièmement, des produits chimiques très inquiétants [European Chemicals Agency ECHA, <http://echa.europa.eu/addressing-chemicals-of-concern/authorisation/substances-of-very-high-concern-identification>] sont présent dans les FCM [Geueke et al., 2014]. Plusieurs d'entre eux sont des perturbateurs endocriniens (EDC), par exemple, un certain nombre de phtalates. Généralement, nous étudions et testons les effets dangereux de ces produits chimiques un par un. Les interactions entre les différentes substances (le cocktail de contaminants) et leur effet combiné n'ont pas été suffisamment étudiés jusqu'à présent. On a toutefois trouvé des mélanges complexes de EDC dans l'alimentation, pour ces mélanges on peut s'attendre à des effets additifs, antagonistes et synergétiques. En plus, il est supposé que ces produits chimiques n'ont qu'un site d'action unique, mais généralement les EDC sont caractérisés par leur capacité d'activer plusieurs récepteurs.

Et, enfin, le nombre de produits chimiques connus et inconnus dans des FCM est supérieur à quelques milliers. En raison des faibles taux de substances toxiques dans les produits alimentaires et de leur grand nombre, en raison de la difficulté à analyser les substances chimiques présentes dans les matrices alimentaires très complexes et l'effort financier important, que le développement de méthodes analytiques appropriées nécessite, il n'est pas surprenant qu'un certain nombre de substances échappent à travers la maille "analytique".

Il est fortement recommandé d'utiliser de préférence des "bioassays" en combinaison avec des techniques d'analyse-chimique pour identifier les innombrables produits chimiques suspects, dont certains sont connus pour leurs effets négatifs sur la santé, certains étaient encore insuffisamment étudiés et d'autres ne sont même pas identifiés [Galloway 2014].

Et en plus on devrait percevoir l'intégration des connaissances sur la composition chimique du FCM et de l'alimentation elle-même comme un défi et une opportunité lors des études épidémiologiques [Muncke 2014]. Alors la recherche multidisciplinaire par les épidémiologistes, les toxicologues et les chimistes pourra améliorer la gestion préventive primaire en réduisant l'exposition à des substances chimiques de source contrôlable. Cela augmentera également les connaissances fondamentales et appliquées des mécanismes moléculaires et physiologiques, qui relie des substances chimiques environnementales à des maladies humaines.

Nous n'utilisons plus les gourdes ni les coquilles. Tout au long de l'année, nous sommes familiers avec une variété de produits alimentaires, que nous ne serions autrement pas capables de conserver. Nous avons du pop-corn du four à micro-ondes et des produits fraîchement

coupé, tout cela grâce aux d'emballages uniques. Et la chimie a joué un rôle clé dans leur développement.

Mais la chimie a également joué un rôle dans la propagation des substances toxiques. Genuis [2009] dit: "au cours des 50 dernières années nous avons appris comment des milliers de nouvelles substances synthétiques peuvent être créées et comment elles peuvent se libérer dans nos maisons, lieux de travail, écoles et espaces de jeu. Au cours des prochaines 50 ans, nous allons apprendre la gravité de ce que nous avons fait".

Le message de Genuis [2009] ne doit pas être négligé.

Références

Biedermann & Grob [2013]. Is comprehensive analysis of potentially relevant migrants from recycled paperboard into foods feasible? *Journal of Chromatography A* 1272, 106 – 115

Claudio [2012]. Our Food, Packaging and Public Health, *Environmental Health Perspectives* 120, 6, A 232 – A 237

Genuis [2009]. Nowhere to hide: Chemical toxicants and the unborn child, *Reproductive Toxicology* 28, 115 – 116

Geueke et al. [2014]. Food contact substances and chemicals of concern: a comparison of inventories, *Food Additives & Contaminants: Part A* 31, 8, 1438 – 1450

Goeyens [2014]. Fear over contaminants cocktail; today chemo and bio-analyses should be combined, in *Food and packaging: a chemical spark*, Acco, Leuven, Belgium

Han [2000]. Antimicrobial Food Packaging, *Food Technology* 54, 3, 56 – 65

Labuza & Breene [1989]. Applications of "Active Packaging" for improvement of shelf-life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life foods, *Journal of Food Processing and Preservation* 13, 1, 1 – 69

Muncke et al. [2014]. Food packaging and migration of food contact materials: will epidemiologists rise to the neotoxic challenge? *Journal of Epidemiology & Community Health* 68, 7, 592 – 594

Neltner et al. [2011]. Navigating the U.S. Food Additive Regulatory Program, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 10, 342 – 368

Nerin et al. [2013]. The challenge of identifying non-intentionally added substances from food packaging materials: A review, *Analytica Chimica Acta* 775, 14 – 24

Poças et al. [2007]. Exposure assessment of chemicals from packaging materials in foods: a review, *Trends in Food Science and Technology* 18, 219 – 230

Poovarodom et al. [2014]. Effects of microwave heating on the migration of substances from melamine formaldehyde tableware, *Food Additives & Contaminants: Part A* 31, 9, 1616 - 1624

Risch [2009]. Food Packaging History and Innovations, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57, 8089 – 8092

Scully [2009]. Active Packaging, in Yam (ed.) *The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology*, 2 – 9