

# Quel avenir pour le plastique ?

Jusqu'à la découverte hypothétique d'un matériau miracle à même de remplacer le plastique, ce dernier jouira encore à n'en pas douter d'un avenir radieux.



*Le projet inter-écoles de la HES-SO Fribourg nommé PRS-quare a testé des poubelles PET intelligentes pour inciter les consommateurs à être plus proactifs en matière de recyclage.*

Source : PICC

## Propos recueillis par Gilles Bordet

**N**éanmoins, l'impact environnemental de l'extraction des matières fossiles nécessaires à sa fabrication, ainsi que la problématique liée à son élimination, restent des défis majeurs à résoudre.

Pour trouver des alternatives qui répondent aux exigences écologiques et économiques de notre temps, la recherche dans ce domaine est essentielle. C'est ce à quoi s'emploie le Plastics Innovation Competence Center (PICC) de Fribourg. Sous la direction du Dr. Rudolf Koopmans, le PICC élabore de nouveaux matériaux plus respectueux de l'environnement mais également de nouvelles stratégies pour réduire l'impact des plastiques sur notre écosystème.

## Pourriez-vous succinctement nous décrire les activités du PICC ?

Rudolf Koopmans : Le Plastics Innovation Competence Center (PICC) fait partie de la Haute école d'ingénierie et d'architecture (HEIA-FR) et offre des solutions innovantes et trans-disciplinaires (technologie, modèle d'affaire, solutions durables) pour l'industrie. L'objectif est de repenser le développement et l'usage des matériaux synthétiques, principalement en ce qui concerne les emballages et les textiles à base de fibres plastiques, mais également de réévaluer l'utilisation de la biomasse non alimentaire.

## Quelles entreprises ou organismes peuvent faire appel aux services du PICC ?

Toutes les entreprises peuvent nous contacter. En Suisse, ce sont principalement des PME qui cherchent à augmenter la recyclabilité de leurs produits mais également tout simplement des entreprises qui génèrent des déchets et qui s'interrogent sur les solutions disponibles pour les valoriser.

## Auriez-vous quelques exemples à nous donner ?

Des entreprises comme les abattoirs par exemple sont confrontées à ce problème récurrent des déchets. Rien qu'en Suisse, nous tuons environ 125 millions de poules par année. Même si le sujet est sensible, il faut bien s'en occuper, car cette industrie

gènère de très importants volumes de déchets qui finissent généralement à l'incinérateur. Cela ne concerne pas que les déchets carnés mais également les déchets d'origine végétale comme les coquilles de noix ou de noisettes par exemple. Les acteurs de l'industrie laitière sont aussi demandeurs de solutions pour valoriser et réutiliser ce que l'on appelle toujours vulgairement des déchets. Les producteurs d'huile sont également confrontés à ce problème car ce procédé génère d'importantes quantités de déchets qui restent de la matière première utilisable (graisses, protéines ou cellulose).

### Est-ce une approche plutôt novatrice à l'ère du tout jetable ?

Oui et non. Non pour son concept, qui était la norme à l'époque car rien ne se perdait et tout était réutilisé ou recyclé. Et oui parce que la science est passée par là depuis et notre compréhension de la chimie nous permet d'envisager de nouvelles approches totalement inconnues à l'époque. Nous devons réapprendre à ne rien perdre, à tout utiliser comme le faisaient nos ancêtres, tout en utilisant les outils technologiques à notre disposition. Cela nécessitera du temps et de nombreuses recherches mais également un changement de comportement de notre part, producteurs comme consommateurs, pour y parvenir. Des investissements importants seront nécessaires dans la recherche comme dans les infrastructures. En Suisse, toute notre politique en matière de traitement des déchets est basée sur leur incinération, un concept datant des années 80. Qu'allons-nous faire ? Fermer les 30 usines d'incinération présentes sur notre territoire ? Si nous voulons atteindre nos objectifs de zéro carbone, nous devons évoluer dans cette direction. Ça ne veut pas dire qu'il faut réduire notre qualité de vie, mais nous devons redéfinir notre manière de produire et de consommer. C'est pour toutes ces raisons que ce thème est complexe et qu'il n'y a pas de solutions simples à ces problèmes. Néanmoins elles existent, certaines sont déjà mises en œuvre et d'autres restent à découvrir.

### Quelles sont les bases de travail du PICC ?

Il y a trois piliers de recherche que nous poursuivons. Le premier concerne la règle des 3R pour Réduire, Réutiliser et Recycler, afin de pouvoir intégrer l'utilisation des plastiques actuels au sein d'une économie réellement circulaire. Pour atteindre cet objectif, il faut repenser notre manière de produire dès le développement des produits. C'est ce que l'on appelle l'éco-design ou l'éco-conception.

Le second concerne les volumes impressionnants de biomasse qui finissent à la poubelle. Cela concerne tous les déchets qui ne sont pas valorisés comme dans l'agriculture mais également dans l'industrie alimentaire, qu'elle soit dédiée aux humains ou aux animaux. Nous sommes également directement concernés car un ménage suisse jette à la poubelle en moyenne entre 120 et 130 kg de biomasse par année et par personne.

Le troisième et dernier pilier consiste à développer



Source : PICC

La quasi totalité des biens de consommation alimentaires utilisent du plastique comme emballage.



Source : PICC

Riches en kératine, les plumes de volailles sont actuellement très peu valorisées, raison pour laquelle le PICC a développé un film plastique alimentaire à partir de cette biomasse.

de nouveaux polymères qui sont vraiment adaptés à une économie circulaire. Ce sont des polymères qui se basent sur le biomimétisme et qui sont semblables à ceux que la nature produit.

### Pouvez-vous nous expliquer plus en détails ce que le PICC fait concrètement pour appliquer cette règle des 3R ?

Concernant le premier pilier, nous avons développé une méthode d'évaluation (écobilan) afin de trouver des solutions pour rendre les produits actuellement recyclables. Pour cela, nous apportons un soutien technique aux PME en leur expliquant quelles sont les possibilités actuelles pour atteindre cet objectif de circularité. Nous avons également développé une méthode pour motiver les consommateurs à trier leurs déchets plastiques sous la forme d'une rémunération financière. Nous avons pour cela lancé un projet pilote avec les bouteilles en PET nommé PRSquare qui fonctionne avec une application à télécharger sur son téléphone. Lors-



Le Docteur Rudolf Koopmans, directeur du PICC.

Source : Joseph Pisani

qu'un consommateur achète une boisson et son contenant en PET, il devient propriétaire de ce produit comme partout ailleurs. Ce qui change, c'est lorsque le consommateur dépose sa bouteille dans un point de récupération (une poubelle intelligente) : il reçoit via l'application une rémunération financière sous la forme d'une pièce de monnaie virtuelle appelée RCoin. Plus il en collecte, plus il a de possibilités de profiter de diverses offres proposées par les partenaires du projet : restaurants, magasins, centres de bien-être, musées et plus encore. Il a également la possibilité de faire des donations avec ses RCoins. Ce projet englobe également un volet social avec la collaboration de la Haute école de travail social et de la Haute école de gestion de Fribourg.

#### À ce sujet, quels sont les principaux acteurs de ce projet et comment s'est-il concrétisé ?

Le projet a été initié par le PICC avec la Haute école de gestion Fribourg et la Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg (institut iRAP et SeSi). La Haute école de travail social Fribourg s'est penchée sur le volet social afin de mieux comprendre le fonctionnement du circuit de la récompense auprès des participants à ce projet. Une enquête anonyme a permis d'identifier le profil des utilisateurs de RCoin et de mieux cerner leurs motivations. Pour ce faire, dix poubelles intelligentes sont actuellement installées sur le campus de Pérolles-Mozaïk-Bluefactory.

#### Que ressort-il de cette enquête ? La récompense a-t-elle un impact sur le taux de recyclage ?

Les résultats de cette enquête montrent que le taux de collecte augmente. Cela confirme l'efficacité des méthodes de collectes mises en place dans d'autres Pays en Europe. La principale différence avec notre système RCoin est que les consommateurs deviennent des « entrepreneurs » car ils sont alors engagés dans un processus de circularité et de du-

rabilité. Bien entendu ce projet a été réalisé sur une échelle très limitée et sur une durée de trois mois, mais il est représentatif de l'efficacité de cette approche.

#### Quelle différence y a-t-il entre votre méthode et celle plus classique de la consigne payée à l'achat ?

Il est vrai qu'en Suisse les bouteilles en PET ne sont pas consignées et que le taux de recyclage du PET atteint les 80 % mais malgré cela, des efforts supplémentaires sont nécessaires aujourd'hui. N'oublions pas que nous consommons plus de 1,6 milliard de bouteilles en PET par année ! En Allemagne, les bouteilles en PET sont consignées à hauteur de 25 centimes et quasiment tous les contenants à usage unique ou réutilisables le sont également. Les contenants vides sont ensuite rapportés aux machines de collecte disponibles dans presque tous les points de vente. Après scannage des codes barre, un bon est généré et il peut être déduit du total des achats ou remboursé en espèces lors du passage en caisse. Cela veut dire qu'en réalité le consommateur finance la grande distribution au détriment des commerces locaux. Entre le moment de l'achat et celui du retour de la bouteille, cet argent, celui du consommateur, est en possession du grand distributeur et il peut l'utiliser à sa guise. Notre projet vise au respect de la règle des 3R dans un contexte d'économie circulaire.

#### Comment est financée la récompense en RCoins ?

Pour implémenter un système comme le RCoin, il faut repenser la manière dont circule l'argent. Aujourd'hui, les consommateurs payent pour des biens ou des services qu'ils ne désirent pas, souvent de manière cachée comme avec les cartes de fidélité ou de manière indirecte au travers des taxes telles que la TVA ou les impôts. C'est le cas avec les emballages qui ne sont pas gratuits mais qui n'intéressent pas le consommateur. Ils finissent à la poubelle dès l'utilisation du produit. Le système actuel, que les consommateurs financent, n'est pas efficace pour collecter et recycler les produits « non-valorisés ». Si l'industrie collaborait plus ouvertement avec les autorités législatives, il serait aisé de mettre en place un système qui responsabilise les consommateurs tout en restant économiquement attractif pour les acteurs industriels et publiques. Finalement, nous sommes tous des consommateurs et tout le monde doit prendre ses responsabilités afin de créer une société durable et ne pas laisser aux générations suivantes des problèmes que nous pouvons résoudre dès aujourd'hui.

#### Lorsque l'on parle de recyclage du PET, on met très souvent en avant la possibilité d'en faire des fibres pour la fabrication de vêtements. Mais ensuite comment peut-on recycler ces produits une fois arrivés en fin de vie ?

Les textiles contenant des fibres plastiques sont effectivement un très grand problème pour le recyclage. Comme ils contiennent des fibres multiples, c'est-à-dire de nature différente, coton, laine et PET par exemple, il devient complexe dans ces condi-

tions de séparer ces fibres pour les recycler correctement. Nous avons fait une étude à ce sujet tout particulièrement sur les textiles à base de PET et de nylon pour trouver des solutions économiquement viables et écologiquement neutres pour extraire ces fibres plastiques afin de pouvoir les recycler.

**Pour revenir au second pilier, celui concernant la valorisation des déchets issus de la biomasse, que pouvez-vous nous dire à ce sujet ?**

Nous travaillons avec des producteurs qui cherchent des solutions pour l'élimination de leurs déchets. Un projet important pour nous est l'utilisation de déchets à base de kératine qui est une famille de protéines synthétisées et utilisées par de nombreux êtres vivants. On la retrouve notamment dans les cheveux, les poils, les ongles et les plumes. C'est cette dernière catégorie qui nous intéresse. Pour exemple rien qu'en Suisse, plus de 12 000 tonnes de plumes de volailles sont produites par l'industrie aviaire et en Europe on atteint quasiment les 4 millions de tonnes ! Actuellement toutes ces plumes sont soit incinérées, soit réduites en poudre et utilisées dans la fabrication de farine alimentaire destinée aux animaux de rente ou encore utilisées comme engrais. Pour mieux valoriser ces plumes, nous avons deux projets en cours. Le premier vise à transformer cette kératine en films plastiques alimentaires pour remplacer des produits issus des hydrocarbures comme le polyamide (PA) ou l'alcool polyvinylique (PVAL), qui sont des films barrières pour l'emballage de denrées alimentaires. L'objectif est de développer des emballages entièrement biodégradables et compostables à base de polymères issus de déchets d'origine animale à base de kératine. Ces nouveaux emballages sont non seulement entièrement biodégradables mais ils contiennent également une couche interne antimicrobienne et une couche externe dite « intelligente ». Ils sont destinés aux aliments frais comme la viande, le poisson, le fromage et d'autres produits sensibles. Sur la face externe du film plastique se trouvent des indicateurs visuels qui renseignent sur la fraîcheur du produit indépendamment de la date de péremption. Cela permet de ne pas jeter des aliments encore propres à la consommation comme c'est trop souvent le cas.

**Peut-on faire d'autres choses avec la kératine issue de ces déchets peu ou pas valorisés ?**

Oui. Il y a un projet européen qui a permis de développer des produits pour les soins actifs des plaies, sous forme de pansements avec des propriétés antimicrobiennes mais également capables d'accélérer la cicatrisation. La kératine a de très nombreuses propriétés bénéfiques pour le traitement des plaies chroniques, des brûlures et des nombreuses lésions dermiques. Par exemple, dans le cadre de ce projet, l'entreprise Kerline a développé le pansement SkinKer qui présente des caractéristiques optimales pour le traitement et la régénération des tissus lésés.



Source : PICC

*Les suisses utilisent 1,6 milliard de bouteilles en PET par année !*

**Quels autres déchets biologiques pourraient-êrè réutilisés ?**

Les peaux de tomates issues des produits transformés à base de tomates comme les sauces ou les tomates en boîtes peuvent être réutilisées. Ces déchets de peaux permettent de fabriquer un matériau qui peut se supplanter au papier, avec des propriétés physiques supérieures à ce dernier, tout particulièrement en ce qui concerne sa résistance à l'humidité. Le papier ne supporte pas le contact direct avec l'eau, raison pour laquelle les gobelets en papier sont toujours revêtus d'une couche interne en polyéthylène ce qui rend leur recyclage quasiment impossible. Il est possible de créer à partir de ces déchets de tomates un film hydrophobe très efficace et entièrement biodégradable. Cela concerne aussi les cannettes en aluminium qui ont une couche interne de résine époxy à base de bisphénol A très toxique, qui pourrait être remplacée par ce nouveau polymère biosourcé. Notre partenaire, TomaPaint Srl travaille activement au développement d'un tel matériau.

**Quand est-il du troisième pilier qui concerne le développement de nouveaux polymères biobasés ?**

Nous développons en collaboration avec l'entreprise Bloom Biorenewables SA un nouveau matériau entièrement biobasé sous forme de fibres qui pourra remplacer les fibres synthétiques à base d'hydrocarbures pour la fabrication de masques ou de filtres. Nous avons également développé un polymère qui a le potentiel de remplacer le coton et toutes les fibres utilisées dans la fabrication de pansements pour le traitement des brûlures. Nous avons initié une collaboration avec l'EPFL et le CHUV pour développer un film qui permet de protéger les plaies et qui est également 100 % biorésorbable par le corps.

**Et en ce qui concerne les plastiques à usage technique, peut-on également les remplacer par des plastiques biosourcés ?**

Oui, mais ça ne veut pas dire pour autant que l'on pourra remplacer à court terme les 100 millions de tonnes de polyéthylène et les 100 millions de tonnes de polypropylène avec des polymères biobasés. Les polymères « verts » dont nous disposons actuellement ont certaines limitations. Ce sont des polymères d'un autre type qui ne peuvent pas être mis en concurrence avec le PE ou le PP. Mais la question à se poser est plutôt de savoir si nous avons obligatoirement besoin d'utiliser du PE ou du PP pour toutes les applications d'emballage, là où ils peuvent être avantageusement remplacés par des polymères biobasés. Il y a néanmoins certains domaines techniques comme les bâtiments et l'électronique où il y a des opportunités mais cela nécessite des recherches et des investissements. Je pense que nous ne sommes qu'au début de la recherche dans ce domaine. J'estime à environ deux millions de tonnes par année la production de polymères biobasés contre 400 millions de tonnes pour les polymères classiques. Et il ne faut pas oublier que les polymères « verts » doivent également être collectés pour être recyclés ou compostés.

**Dans ces conditions et à la vitesse à laquelle notre environnement se dégrade, arriverons-nous à atteindre les objectifs que nous nous sommes fixés ?**

Nous ne pourrions atteindre nos objectifs environnementaux qu'avec une réelle volonté de changement à tous les niveaux. Nous avons fait d'importants progrès au niveau législatif mais nous sommes encore très loin de l'implémentation. Désormais, ce sont surtout les décisions politiques qui pourront faire avancer les choses. Mais pour prendre les bonnes décisions, encore faut-il disposer des bonnes informations, ce qui n'est encore pas toujours le cas. C'est ce que nous essayons de faire ici au PICC pour développer des approches différentes et innovantes.

**Concernant les polymères classiques à base d'hydrocarbures, a-t-on fait des progrès pour trouver des solutions véritablement viables pour leur recyclage ?**

Il y a deux choses à dire à ce sujet. Premièrement, l'industrie par nature a toujours tendance à vouloir continuer à faire des choses qu'elle maîtrise et pour lesquelles elle dispose de toutes les infrastructures nécessaires. Changer radicalement ses moyens de production est synonyme d'investissements coûteux. Ce que les industriels font aujourd'hui, c'est électrifier leur production avec des énergies renouvelables pour réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub>, c'est ce que font Sabic, BASF et Linde. Tous les grands producteurs de polymères ont l'intention ou sont en train de faire la même chose. Est-ce que c'est nouveau ? Pour ces industries oui, mais ce n'est pas révolutionnaire en soit. Deuxièmement, la grande question est la suivante : que fait-on à la fin avec tous ces produits en plastique, bio comme traditionnel ? Il y a deux choses à faire. La première est d'intégrer le volet environnement dès la conception :

c'est l'éco-design. La seconde, et je pense que c'est la direction que l'industrie va emprunter, est le recyclage chimique. Cela consiste à dissoudre les polymères pour obtenir des monomères qui pourront être réutilisés comme matériaux de base pour la fabrication de plastiques neufs. Le problème principal reste économique, il n'y a pas réellement de technologies disruptives dans ce domaine. Toutes les solutions techniques existent déjà depuis des décennies mais elles n'ont jamais été implémentées pour des questions de coûts. Ce sont surtout les nouvelles législations environnementales en vigueur qui vont contraindre les industriels à modifier leur manière de produire des polymères. C'est la raison pour laquelle après quarante ans de recherche et développement dans la conception de nouveaux polymères biobasés, leur production annuelle ne dépasse pas les deux millions de tonnes. Mis en balance avec les 400 millions de tonnes de plastiques issus des hydrocarbures, ce chiffre semble dérisoire mais si nous en sommes là aujourd'hui, ce n'est pas à cause de limitations techniques mais bien par intérêt financier. Personne n'a jamais calculé ou intégré dans les modèles d'affaire le vrai coût d'exploitation des ressources naturelles.

**Quelles solutions pourraient-elles être mises en œuvre pour réduire l'obsolescence des biens de consommation à base de plastique ?**

Cela passera par les nouvelles législations mises en place par l'UE comme l'Extended Producer Responsibility (EPR) ou Responsabilité étendue du Producteur en français. Cette nouvelle loi contraint les industriels à offrir la possibilité à ses clients de pouvoir faire réparer facilement et économiquement un produit. Les fabricants doivent pouvoir fournir des pièces détachées même après la date de validité de la garantie du produit. Les industriels commencent à offrir des services de réparation et c'est une tendance qui se généralise, mais ça ne va clairement pas assez vite. Car il ne faut pas se voiler la face, il y a bien une volonté des industriels à ne pas proposer des produits réparables. Moi qui suis né en 1956, je me rappelle que faire réparer une télévision, un frigo ou une machine à laver le linge était tout à fait normal il y a encore quelques décennies. C'était l'inverse qui n'était pas naturel, jeter un bien de consommation réparable pour le remplacer par du neuf. Cette évolution de notre mode de consommation, imposée par les industriels, n'a que 30 ou 40 ans. Malheureusement il est responsable de la mort de tous les petits commerces qui vivaient de la réparation de ces biens de consommation. Aujourd'hui, c'est tout un écosystème autour du service en matière de réparation qu'il faut reconstruire et dans ce domaine, il y a de vrais défis à relever.

MSM

**Plastics Innovation Competence Center**  
Passage du Cardinal, 1700 Fribourg  
Tél. 026 429 68 28, rudolf.koopmans@hefr.ch  
**picc.center**