

Développement de revêtements innovants contenant des recyclâts de caoutchouc naturel en phase avec le concept d'économie circulaire

L'économie circulaire désigne un concept économique qui s'inscrit dans le cadre du développement durable, contrairement à l'économie mondiale actuelle qui se base sur l'économie linéaire.

L'économie linéaire, appliquée depuis le début de l'industrialisation se résume à «extraire-fabriquer-jeter». Dans ce modèle, les entreprises extraient les matières premières, les utilisent pour la fabrication de nouveaux produits puis les vendent à un utilisateur final. Ce dernier se défait de l'objet en question lorsqu'il ne fonctionne plus ou tout simplement lorsqu'il est passé de mode. Ceci induit une consommation croissante des ressources en matières premières pouvant aller jusqu'à l'épuisement de celles-ci. Parallèlement à la raréfaction de la matière première, le coût de celle-ci suit la même courbe exponentielle de croissance, ce qui représente un risque supplémentaire pour les entreprises. La consommation quelle qu'elle soit, alimentaire ou non, ne risque pas de diminuer. D'ici 2030, nous serons près de trois nouveaux milliards de consommateurs de classe moyenne en plus [1]. Néanmoins, ce modèle linéaire a permis d'accélérer le progrès et a permis à des milliards d'individus d'accéder à un confort matériel. En plus de la consommation de matières premières, la production massive de déchets pose un véritable problème environnemental en plus d'un problème économique.

L'économie circulaire est un système économique et industriel qui vise à maintenir les produits manufacturés, leurs composés et leurs matériaux, le plus longtemps possible en circulation dans le système tout en veillant à garantir la qualité de leur utilisation.

L'économie circulaire est fondée sur trois principes répondant aux défis auxquels sont exposées les économies industrielles modernes [2]:

1. Préserver et développer le capital



Figure 1: économie circulaire versus économie linéaire

- naturel: en contrôlant les stocks de ressources finies et en équilibrant le flux des ressources renouvelables.
2. Optimiser l'exploitation des ressources: en favorisant la circulation des produits, composants, et matériaux à leur meilleur niveau de performance dans le cycle biologique et technique.
 3. Créer les conditions propices au développement d'un système vertueux: réduire les dommages causés par les différents besoins humains tels que l'alimentation, la mobilité, l'habitat, la santé, l'éducation, et maîtriser les externalités liées à l'utilisation des terres, de l'air, de l'eau, mais également la pollution sonore, ou le rejet de substances toxiques et le changement climatique.

En d'autres termes, l'économie circulaire préconise les valeurs suivantes: le réemploi, le recyclage, l'écologie industrielle et l'écoconception (figure 1).

Cette remise en question du business model d'une entreprise peut mener vers une nouvelle approche: l'économie de la fonctionnalité (ou économie de l'usage). L'économie actuelle se base sur la vente du bien au consommateur qui en devient propriétaire. L'économie de la fonctionnalité remplace cette notion par celle de la vente de l'usage du bien et incite, par conséquent, les entreprises à aller à l'encontre de l'obsolescence programmée, à optimiser la consommation d'énergie, de matières premières,

d'eau, etc. La durabilité du produit est une composante essentielle.

L'économie circulaire et l'économie de la fonctionnalité sont donc intimement liées. L'économie circulaire implique une stratégie globale, cohérente, de la conception à la récupération du bien, pouvant mener jusqu'à la redéfinition du mode de consommation du bien.

L'écoconception vise à minimiser l'impact du produit sur son environnement en prenant en compte toute les étapes de sa vie depuis l'extraction des matières premières, en passant par la fabrication, l'utilisation, et en tenant compte de la durée de vie, de la réparation, du recyclage et du traitement final.

Dans ce cadre, le produit doit pouvoir être réparé, démonté, réutilisé et les matières qui le composent doivent pouvoir être recyclées. Le modèle vise au maximum à éliminer les déchets. Les produits techniques sont conçus dans la perspective de réintégrer un cycle à travers le démontage ou le réemploi.

L'économie circulaire a une dimension mondiale. Plusieurs pays mettent en place une politique de soutien de ce modèle. Fin 2015, la communauté européenne a adopté un nouveau train de mesures sur l'économie circulaire en vue de renforcer la compétitivité, de créer des emplois et de générer une croissance durable [3].

Ce train de mesures dédié à l'économie circulaire inclut entre autres:

- des financements à hauteur d'environ 6 milliards d'euros via le programme Horizon 2020 et les Fonds structurels;
- la création de normes de qualité applicables aux matières secondaires favorisant les synergies entre les industriels et renforçant la confiance de ces derniers au sein du marché unique;
- un plan d'action sur l'écoconception promouvant la durabilité, la réutilisation et la réparation des produits créés;
- un volet concernant les matières plastiques afin de diminuer leur transformation en déchets.

Afin d'aider les entreprises dans leurs démarches de transition vers l'économie circulaire, le CoRI s'implique dans le développement de nouveaux revêtements à base de produits recyclés. L'exemple présenté s'intègre dans une démarche globale de recyclage d'un produit particulier: le pneu d'avion en caoutchouc naturel. La société Bridgestone, à travers sa politique environnementale, s'engage à réaliser des produits durables. En Belgique, la société Bridgestone Aircraft Tire Europe a comme activités principales le rechapage des pneus et la vente de pneus neufs.

Le pneu d'avion tout au long de sa vie est rechapé plusieurs fois avant d'arriver en fin de vie. Lors de ce rechapage, il y a création de déchets de caoutchouc naturel sous forme de râpures (1000 t/an). Ces râpures assez grossières sont ensuite séparées de leur partie textile. Les parties textiles pourraient être revalorisées en boudins pour l'absorption des hydrocarbures (R&D). Quant à la partie caoutchouc, elle est valorisée dans des composites pour réaliser des tapis antivibratoires, des sous-couches d'isolation phonique, etc.

Les pneus en fin de vie (3000 t/an) sont valorisés de différentes manières. Ils sont réparés et sont utilisés pour des applications moins exigeantes en matière de sécurité comme les pneus pour tracteurs ou bennes. Les autres, inutilisables sont découpés (râpures

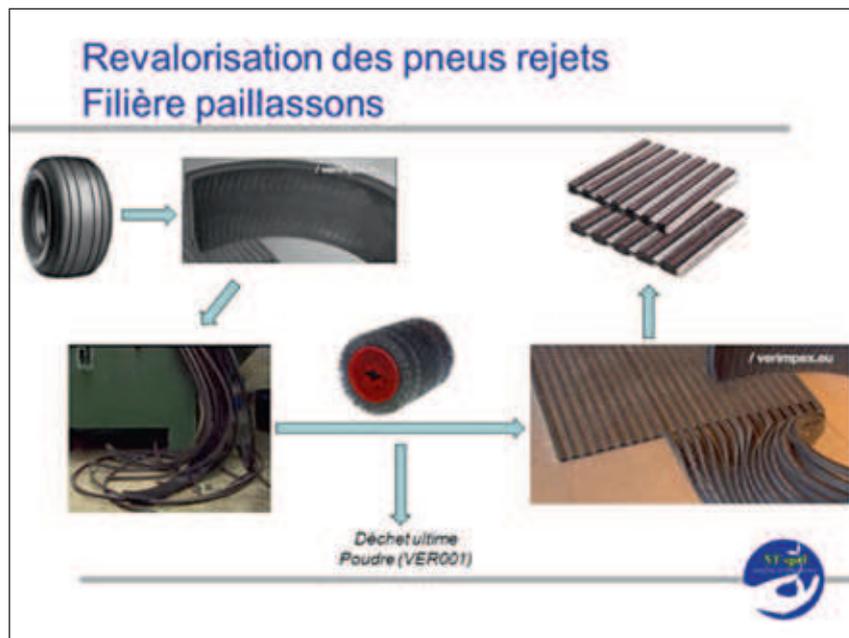


Figure 2: déchet «VER001» à revaloriser dans les revêtements

ou granules) et chaque partie du pneu peut être valorisée. Les bandes de roulement, les couches internes sous formes de râpures repartent vers la filière «composites». Il est encore possible d'avoir des déchets sous formes de granules, ceux-ci sont potentiellement utilisables dans la fabrication de blocs de béton (R&D). Les flancs, contenant du nylon, sont potentiellement utilisables après broyage comme amendement pour sols équestres. Les couches de renfort du pneu quant à elles sont valorisées dans la réalisation de paillassons. Les déchets ultimes de la fabrication de ces paillassons étaient encore inutilisés jusqu'ici. C'est ce type de déchet plus petit qui va être introduit dans des revêtements (figure 2).

Le recyclage des matières comme décrit ci-dessus a permis la création de petites sociétés et la diversification de bien d'autres (Verimpex, NT sprl). La revalorisation de déchets de pneus d'avion est par la même occasion créatrice d'emploi. Plusieurs projets de recherche sont en cours afin de valoriser les déchets ultimes du recyclage des pneus d'avion (boudin absorbant, bloc de béton et poudrette dans les peintures).

Le CoRI en collaboration avec la société NT sprl a développé des revêtements contenant des particules de caoutchouc naturel (VER001). La mis-

sion de la société NT Sprl est d'identifier et de mettre sur pied des solutions viables de recyclage et de valorisation des déchets de pneus d'avion en caoutchouc naturel. Le CoRI quant à lui est un centre de recherche dédié aux technologies et à la science des coatings. Il supporte les entreprises dans la stimulation de l'innovation, les technologies d'application, la recherche d'alternatives et de nouvelles matières performantes, la définition des propriétés des revêtements, la préparation de surface et les traitements divers, les essais de pré et de post application et le développement de produits plus respectueux de l'environnement. Il réalise également une veille technologique, y compris veille réglementaire et législative, et le suivi des directives européennes.

Dans cette optique commune, un projet de recherche a été mené en vue de valoriser des recyclats de caoutchouc naturel dans des matrices organiques pour des applications de revêtements de sol, toiture et balcon.

Les fonctionnalités potentielles de la poudre de caoutchouc naturel sont multiples. Cette poudre contient à la fois du caoutchouc naturel mais aussi des fibres textiles, ce qui peut conduire à des propriétés additionnelles pour les revêtements. Celles-ci sont mentionnées dans la figure 3.

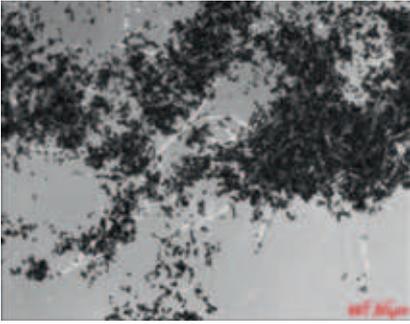


Figure 3: photo au microscope optique d'une fraction de VER001 et propriétés apportées par la partie caoutchouc et textile.

Caoutchouc naturel

- Elasticité
- Antivibratoire
- Isolation acoustique
- Antidérapante, antifatigue
- Absorption de choc
- Isolation thermique
- Anti poinçonnement

Textile

- Résistance au choc
- Résistance en flexion et étirement
- Réduction de fissures dans les revêtements épais

Toutes ces propriétés sont en adéquation avec les revêtements pour sol, toiture, balcon, extérieur comme intérieur. Les volumes disponibles sont actuellement de plus de 2T/mois, d'autres types de poudrettes sont aussi potentiellement utilisables: types RUB001 - autre type de fibre textile - et RAL001 - sans fibre textile (même tonnage pour chaque qualité).

Les particules ont été caractérisées en taille et introduites dans des matrices organiques afin de réaliser ce type de revêtements. Les matrices utilisées sont de type époxy, polyuréthane et

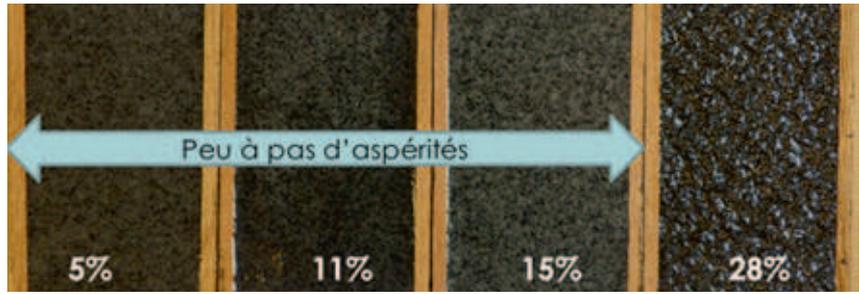


Figure 5: matrices organiques de type polyaspartique. Evolution de la surface en fonction du pourcentage en poids de caoutchouc naturel.

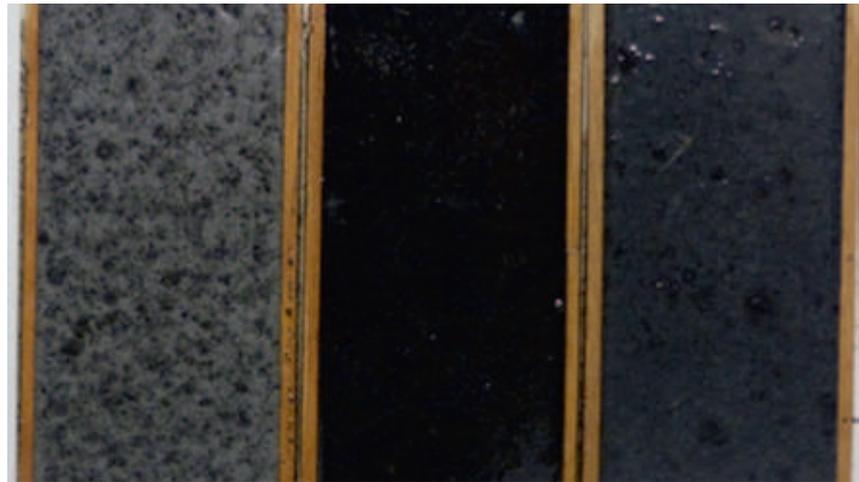


Figure 6: de gauche à droite: matrices PU, Polyaspartique, époxy, chacune contenant 11% en poids (sur formulation totale) de «VER001».

polyaspartique. Les particules sont inertes et facilement dispersables dans ces systèmes (figure 4). Elles sont compatibles également avec des polyuréthanes dont la partie polyol est biosourcée.

Plusieurs concentrations ont été testées: de 5 à 28% en poids dans la totalité de la matrice. Les systèmes ont été coulés dans des gabarits de 3mm. Les produits obtenus ont une rugosité qui évolue en fonction de la concentration en poids de VER001 (figure 5).

Les systèmes à haute concentration sont potentiellement utilisables dans le cadre d'une application de revêtements antidérapants. Dans le cadre d'une application où la surface doit être lisse, une concentration en poids de 11% est plus appropriée (figure 6).

Les particules de «VER001» ont procuré une meilleure flexibilité aux matrices organiques. Les propriétés de perméabilité à l'eau liquide et à la vapeur d'eau ont été également mesurées. Les matrices restent imperméables à

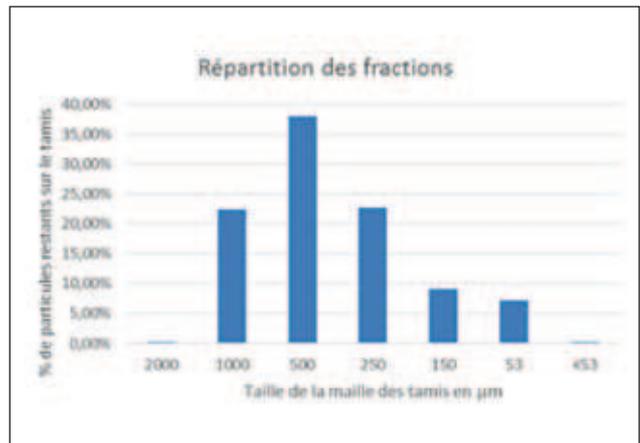


Figure 4: répartition des fractions, vue d'ensemble du produit. Particules restant sur le tamis.

l'eau liquide en présence de particules et sont donc compatibles avec des systèmes d'étanchéité pour toiture. La perméabilité à la vapeur d'eau augmente en présence de particules de «VER001», ce qui rend compatible ces systèmes avec des revêtements pour sols en béton. Parallèlement, en introduisant ces recyclâts dans une matrice organique, une économie estimée entre 10 à 20% de matière première est réalisée.

Une fiche de sécurité a été réalisée par le CoRI afin de promouvoir ce produit auprès de futurs fabricants de revêtements.

Conclusions

La transition vers une économie circulaire met l'accent sur la réutilisation, la rénovation, la réparation et le recyclage des matériaux et des produits existants. Ce qui était considéré comme déchets peut être transformé en ressources.

Le passage à l'économie circulaire nécessite un soutien politique, au niveau européen, national, régional et local mais aussi mondial. Les investissements apportés par la communauté européenne permettront de financer les industriels dans leurs efforts pour permettre cette transition économique.

Quelques freins sont à mentionner:

- Freins techniques et technologiques: les technologies actuelles limitent parfois le démontage de certains produits. Le manque d'information sur la composition des matériaux empêche parfois le recyclage. Le démontage ou la réparation sont difficiles à envisager d'un point de vue économique.
- Freins réglementaires ou normatifs: l'utilisation de matières premières secondaires n'a pas de cadre normatif.
- Freins culturels: des réticences liées à des relations commerciales nouvelles sont à surpasser pour les industriels. Pour le consommateur, une approche plus critique du produit tenant compte de son cycle de vie est à privilégier.
- Freins financiers et liés à la libre circulation des biens et des services.

Afin de débloquer ces freins, les industriels et les centres de recherche travaillent ensemble dans un contexte collaboratif. Le travail porte sur la création de nouveaux produits issus du recyclage, mais aussi sur l'écoconception, c'est-à-dire en prenant en compte le recyclage en fin de vie du produit dès la conception de celui-ci. Le recyclage permet également d'offrir de nouveaux produits, meilleurs marché que les produits neufs, à certaines industries pour

permettre de diversifier leurs produits existants. Etant demandeuses de ces nouvelles matières premières secondaires, de nouvelles entreprises de transformation pourront être créées et les déchets ne seront plus considérés comme tels.

Remerciements

Le CoRI remercie la société NT sprl pour la publication des résultats de recherche sur la mise au point de revêtements à base de caoutchouc naturels.

Références

1. http://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/EMF_CE_Report_AW_French_summary-2.pdf.
2. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/fr/economie-circulaire/principes>
3. <http://www.energymed.eu/2015/12/21/boucler-la-boucle-le-train-de-mesures-de-leurope-pour-leconomie-circulaire/>

Pour plus d'informations:

CoRI (Coating Research Institute)
Mary-Hélène Delvaux

SIM Encapsulation & Self-Healing matchmaking event

Binnen het kader van het SIM research project SHE (Engineered Self-Healing materials) zijn een aantal innovatieve technologieën ontwikkeld, met verschillende gereedheidsniveau's. Deze zijn toepasbaar in een brede waaier van toepassingen die niet noodzakelijk beperkt zijn tot zelfhelende producten of processen.

SIM wil op actieve wijze nieuwe ideeën, toepassingsmogelijkheden en valorisatietrajecten opsporen om deze technologieën dichterbij de markt te brengen, o.a. door middel van een open matchmaking event tijdens hetwelk de leden van het SHE consortium hun technologie aanbod zullen voorstellen. Deelnemers zullen de gelegenheid hebben om 1-to-1 meetings te boeken met de presentatoren van deze technologieën.

De matchmaking event zal plaatsvinden op 28 juni 2016 in het Technologiepark 935 van Zwijnaarde, van 14 tot 17u.

Voor meer informatie:

SIM Flanders
Johan paul