

## La mise en pratique de l'économie circulaire chez Michelin

Par Dominique AIMON \* et Estelle PANIER \*\*

**Malgré un contexte de raréfaction et de renchérissement des matières premières et de lutte contre le changement climatique, la mobilité doit progresser toujours plus. Parce que Michelin est convaincu que la mobilité est un des fondements du développement humain, notre groupe innove avec passion pour répondre à ces enjeux. C'est tout au long du cycle de vie du pneu que l'impact sur les ressources naturelles (énergie, matières premières, eau) peut être amélioré dans une approche d'économie circulaire.**

**La proposition de Michelin est de mobiliser simultanément quatre leviers d'action sur l'ensemble du cycle de vie du pneu et d'apporter une combinaison de solutions en faveur d'une meilleure utilisation des ressources. C'est la stratégie 4R : Réduire, Réutiliser, Recycler et Renouveler.**

### L'innovation au service de la mobilité durable

#### *L'innovation a toujours été au cœur de la stratégie du groupe Michelin*

Sous son apparente simplicité, le pneu cache une nature complexe combinant de nombreux matériaux aptes à assurer diverses fonctions. Composite non seulement à l'échelle du millimètre mais aussi à l'échelle nanométrique, le pneu est un produit de très haute technologie.

Michelin vise systématiquement à réunir davantage de performances dans chaque type de pneu grâce au déploiement de technologies de pointe et à l'innovation. C'est la stratégie Michelin Total Performance. Sécurité, plaisir de la conduite, économie de carburant, longévité kilométrique du pneu... : c'est par l'innovation que Michelin parvient à répondre à l'ensemble des attentes des utilisateurs et aux enjeux futurs.

#### *L'augmentation de la mobilité, un enjeu crucial pour 2050*

La roue (une invention née il y a plus de 5 000 ans), les voies romaines, les bateaux (qui ont permis de découvrir le monde), le train (le premier transport de masse), la voiture (le premier transport individuel à grande échelle) et, enfin, l'avion (qui change drastiquement les rayons d'action des hommes) : chaque rupture dans la mobilité a été un carburant du progrès et du développement. C'est pour-

quoi la demande de mobilité va continuer à croître, particulièrement dans les pays en développement.

L'ITF (International Transport Forum) estime que la mobilité mondiale va augmenter considérablement dans les 30 à 40 prochaines années. En 2050 (selon les scénarios retenus), le transport de passagers (évalué en nombres de véhicules\*km) pourrait doubler, voire quadrupler, par rapport à 2010. Les ordres de grandeur sont similaires pour le transport de marchandises, évalué en nombres de tonnes\*km pour les transports de surface.

Il est évident que la mobilité telle que nous la vivons aujourd'hui n'est pas durable.

En effet, si la mobilité est source de progrès, elle a aussi des impacts négatifs. Il y a tout d'abord trop d'accidents sur les routes. En second lieu, sur le plan environnemental, sans être exhaustif, nous citerons deux éléments :

- ✓ le transport routier est responsable de 18 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> ;
- ✓ le transport est très dépendant des énergies et des matières premières fossiles, dont les ressources sur Terre sont par définition des ressources finies.

La mobilité doit donc être plus sûre, plus propre, plus efficace et plus agréable.

### Économie circulaire : la stratégie 4R de Michelin

Dans un monde fini, le fondement même de l'économie circulaire est une meilleure utilisation des ressources : « produire plus et mieux avec moins ». Cela couvre l'en-



## Demand for mobility will continue to grow

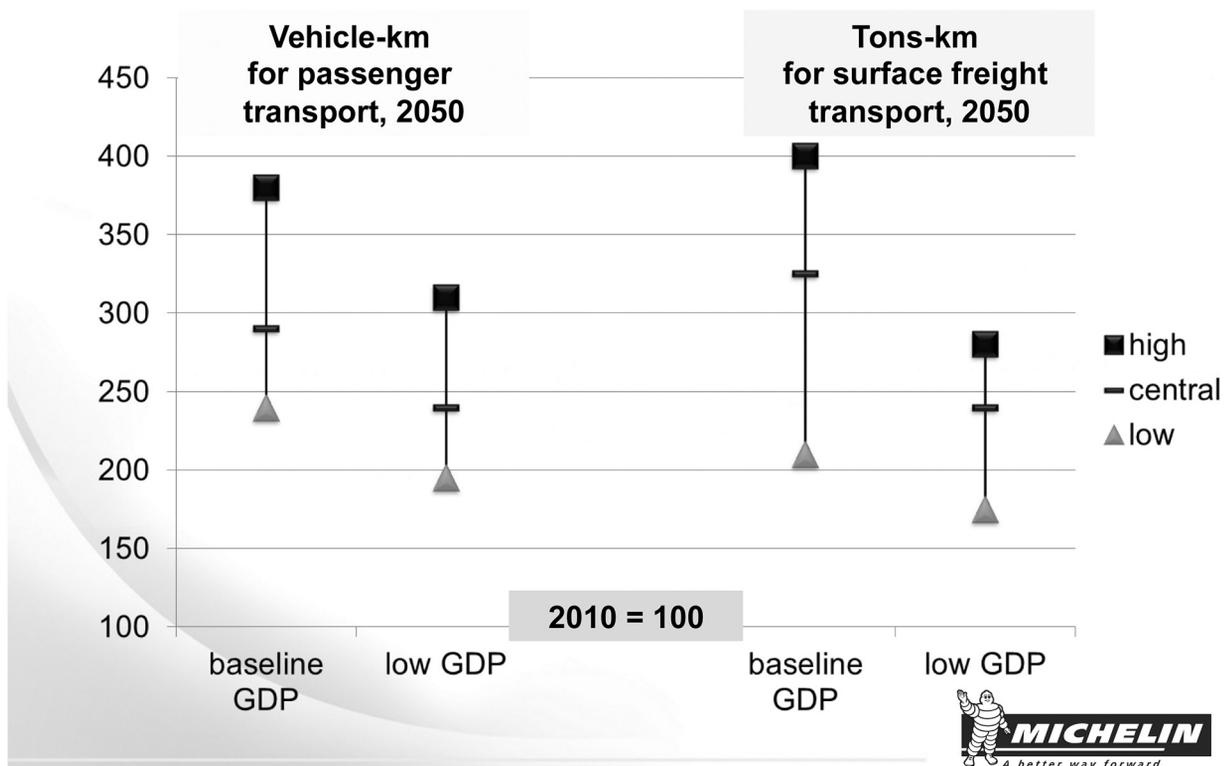


Schéma 1 : La demande de mobilité est appelée à continuer de croître.  
Source : ITF Transport Outlook 2013.

### Encadré 1 : Zoom sur les matériaux

Le pneu est constitué de mélange de gommes (caoutchouc) et de renforts textiles ou métalliques. Les chercheurs puisent dans cette palette d'éléments pour élaborer les composants du pneu, chacun ayant un rôle spécifique à jouer selon le type de pneu fabriqué et la zone du pneu où il se situe. Plus de 200 matériaux entrent dans la composition d'un pneu :

- ✓ Un quart est du caoutchouc naturel : aujourd'hui, le caoutchouc naturel produit dans le monde répond tout juste aux besoins. Il serait donc très difficile de multiplier par 2 ou par 3 la production de ce caoutchouc naturel pour répondre à l'augmentation de mobilité prévue d'ici à 2050.
- ✓ Pour le reste des constituants (caoutchouc synthétique, noir de carbone, silice, câbles métalliques, produits chimiques), ce sont des ressources d'origine fossile, et donc non renouvelables.

### Encadré 2 : La mobilité durable, un enjeu majeur

Dans un contexte d'augmentation considérable de la demande mondiale en mobilité, alors que les ressources (matières premières et énergie) se raréfient et se renchérissent et que la lutte contre le réchauffement climatique est un enjeu majeur, faire progresser rapidement la mobilité devient crucial. C'est encore par l'innovation que Michelin répond à ces enjeux pour contribuer à une mobilité durable au service du progrès, de l'homme et de l'environnement.

semble des ressources utilisées : l'eau, les matières premières et l'énergie.

L'enjeu est multiple : sécuriser les approvisionnements, bien entendu, mais aussi réduire les impacts de notre mobilité sur la santé humaine et la biodiversité, et limiter ses effets sur l'évolution du climat.

Les analyses du cycle de vie des pneus montrent que plus de 95 % de l'impact environnemental du pneu est généré lors de sa phase d'utilisation.

Ainsi, pour une voiture, c'est 1 litre de carburant sur 5 qui est consommé pour vaincre la résistance au roulement des pneus. Pour un camion, ce ratio passe à 1 litre pour 3 litres de carburant consommés.

Réduire la consommation d'énergie liée au pneu est donc un véritable challenge que nous devons relever pour réduire la pression sur les ressources naturelles, les émis-



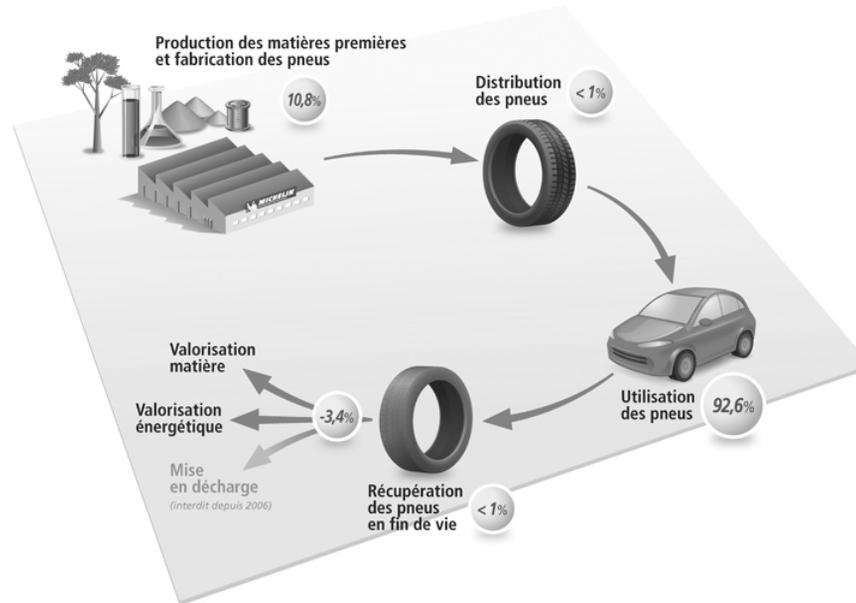


Photo © Michelin

**Illustration 2 :** Les impacts environnementaux des différentes phases de la vie d'un pneumatique dans le circuit actuel « classique ».

sions de CO<sub>2</sub> et la pollution liées au transport routier. C'est aussi, pour l'utilisateur, un enjeu économique au regard des économies de carburant réalisables.

Mais c'est bien tout au long du cycle de la vie du pneu que son impact sur l'ensemble des ressources naturelles (énergie, matières premières et eau) peut être amélioré.

Comment ? En mettant en place des méthodes de travail spécifiques dès la conception du pneu afin de préserver la ressource, de mieux capter le « juste nécessaire » à la performance recherchée en développant de nouveaux matériaux (dans le respect de la santé et de l'environnement) et en créant de nouveaux services et de nouvelles approches.

### Encadré 3 : La stratégie 4R de Michelin

La proposition de Michelin est de mobiliser simultanément 4 leviers d'action sur l'ensemble du cycle de vie du pneu et d'apporter une combinaison de solutions en faveur d'une meilleure utilisation des ressources. C'est la stratégie 4R consistant à Réduire, Réutiliser, Recycler et Renouveler.



Photo © Michelin

### Réduire

L'objectif est de réduire la quantité de ressources utilisées pour accomplir le même usage : il s'agit ici de tendre au meilleur emploi possible de chaque gramme de matière utilisée.

### Des pneus plus légers

Les pneus Michelin sont en général plus légers que ceux de ses concurrents, car Michelin a toujours veillé à faire le meilleur usage possible de la matière première.

Un exemple : depuis 2000, dans les pays dont la réglementation le permet, le pneu Poids lourd « Michelin X-One » remplace deux pneus jumelés permettant ainsi d'augmenter la charge et les volumes transportés, tout en réduisant la masse des pneumatiques utilisés, ainsi que la consommation de carburant des véhicules.

### Des pneus qui durent plus longtemps : une même quantité de matière, pour plus de kilomètres parcourus

Dès 1910, l'ajout de noir de carbone renforce la résistance des gommages de caoutchouc et multiplie par cinq la longévité des pneus : avec autant de matière, on fait donc cinq fois plus de kilomètres.

Dans les années 1950, le pneu à carcasse radiale multiplie la longévité des pneus par trois. Après les pneus pour véhicule de tourisme, cette technique est progressivement adaptée à l'ensemble des véhicules (poids-lourds, véhicules pour le génie civil, avions, motos...).

En 2001, Michelin met au point une nouvelle technologie pour les pneus d'avion : la technologie radiale NZG (pour *Near Zero Growth*). Elle augmente fortement la lon-



gévité du pneu (rendant possible un plus grand nombre d'atterrissages) grâce à l'utilisation d'une fibre composite ultrarésistante composée de nylon et d'aramide. Cette technologie, qui a permis au Concorde de reprendre ses vols à l'automne 2001, est aujourd'hui utilisée pour produire les pneus équipant tous les avions modernes.

### Des pneus qui permettent d'économiser du carburant

En 1992, Michelin invente les premiers pneus à faible résistance au roulement en remplaçant, dans la gomme, le noir de carbone par de la silice. Cette technologie permet d'améliorer l'efficacité énergétique des pneus tout en augmentant leur longévité et en les rendant plus sûrs. En

2012, a été lancée la 5<sup>e</sup> génération de pneus de voitures à basse consommation de carburant, le pneu Michelin Energy Saver+.

Michelin s'est également fortement engagé en faveur de la mise en place d'un étiquetage des performances des pneus, donnant ainsi au consommateur la possibilité de choisir des pneus permettant de réaliser des économies de carburant. Une mesure qui s'est concrétisée en 2011 au Japon et en Corée, et en 2012 en Europe, et qui se déploie progressivement sur tous les continents.

Cette mesure est en général couplée à l'obligation faite aux fabricants de respecter un niveau minimum de performance pour les pneumatiques qu'ils mettent sur le marché : c'est là un pas de plus vers l'amélioration de la sécurité et la réduction de la consommation des ressources naturelles.

### Encadré 4 : Michelin Solution - Gestion des flottes Poids lourds

#### De quoi s'agit-il ?

Depuis 1920, le service Entretien de Michelin est une référence en matière d'exploitation des potentialités du pneumatique. Il répond au souhait des clients de ne plus avoir à gérer le poste « pneu ». Il est déployé en Europe depuis 2002.

Sur ce service, Michelin est responsable de la gestion du parc de pneumatiques de grosses flottes de poids lourds pour optimiser leur performance (moindre consommation de carburant et de pneumatiques, et donc de matières), dans le cadre d'une facturation des kilomètres parcourus.

Michelin est le leader européen de l'approche intégrée « pneu et services », avec environ 50 % de parts de marché. Cela représente plus de 250 millions d'euros de chiffre d'affaires, plus de 500 contrats signés et plus de 270 000 véhicules sous contrat en Europe.

#### L'entretien des pneumatiques des flottes : les 4 vies du pneumatique

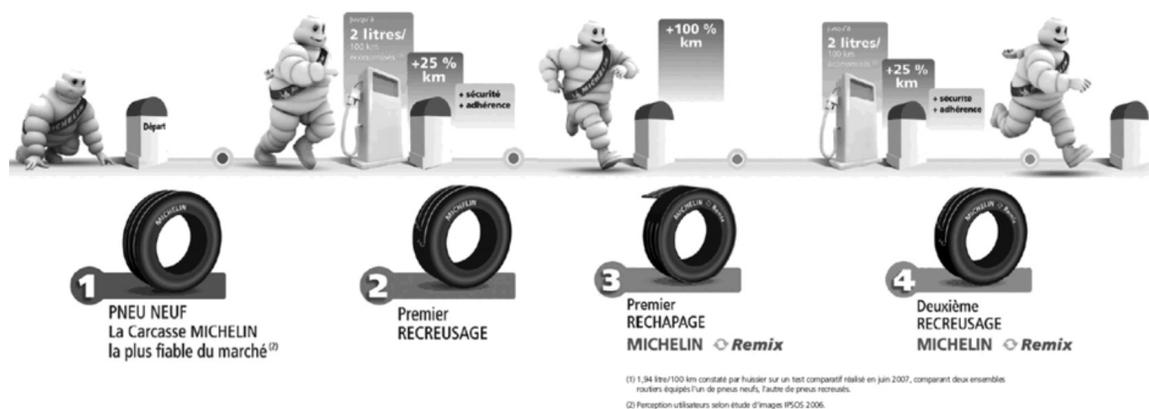


Photo © Michelin

#### Quels sont les gains environnementaux ?

1) Une réduction de la consommation de carburant des camions et une réduction de leurs émissions de CO<sub>2</sub> par :

- a - l'utilisation de pneus basse résistance au roulement,
- b - la surveillance de la pression du pneu, pour que celle-ci soit toujours optimale,
- c - le recours au recreusage, qui permet de réutiliser le pneu dans une phase où il a besoin de moins d'énergie (l'épaisseur de la bande de roulement étant plus faible après l'opération de recreusage).

2) Un allongement de la durée de vie du pneumatique (et donc une économie de matière) grâce :

- a - au recreusage (voir ci-dessus),
- b - au rechapage,
- c - à une maintenance adaptée.



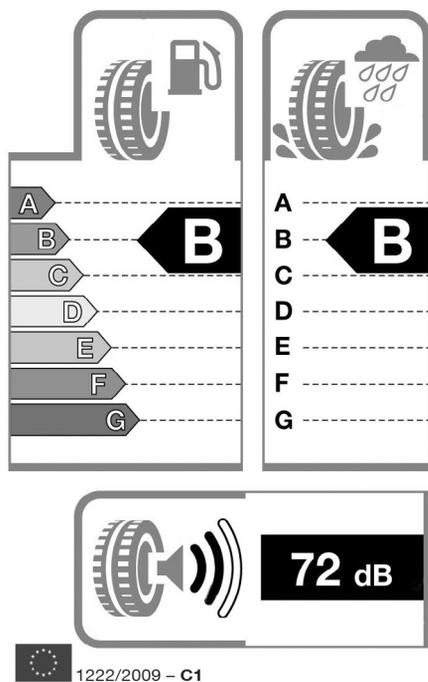


Photo © Michelin

Illustration 3 : Étiquetage énergétique des pneus.

Des services : l'économie de fonctionnalité ou « Quand on fait mieux travailler les pneumatiques »

La mission fondamentale de Michelin est de contribuer à la mobilité durable. Michelin n'est pas seulement un pneumaticien, c'est aussi une entreprise qui apporte des solutions pour une meilleure mobilité dans le respect des contraintes et des exigences économiques et environnementales. Il est donc tout à fait naturel qu'au-delà de son produit-phare, le pneumatique, Michelin innove aussi dans les services pour la mobilité et les *business models*.

Cette innovation dans les *business models* qui ouvrent de nouveaux marchés est aussi une source d'optimisation de la matière. Par exemple, Michelin Solution apporte un service aux flottes de véhicules poids-lourds en permettant d'extraire beaucoup plus de valeur de chaque gramme de pneu. Ainsi, les pneumatiques utilisés et la façon dont ils sont entretenus permettent de réduire significativement la consommation du nombre de pneus et la consommation de carburant des camions.

### Encadré 5 : Projets TREC : pour des valorisations innovantes des pneus usagés

Lancé en janvier 2014 et piloté par Michelin en partenariat avec le CEA, Protéus et SDTech, le projet TREC sera développé sur 8 ans.

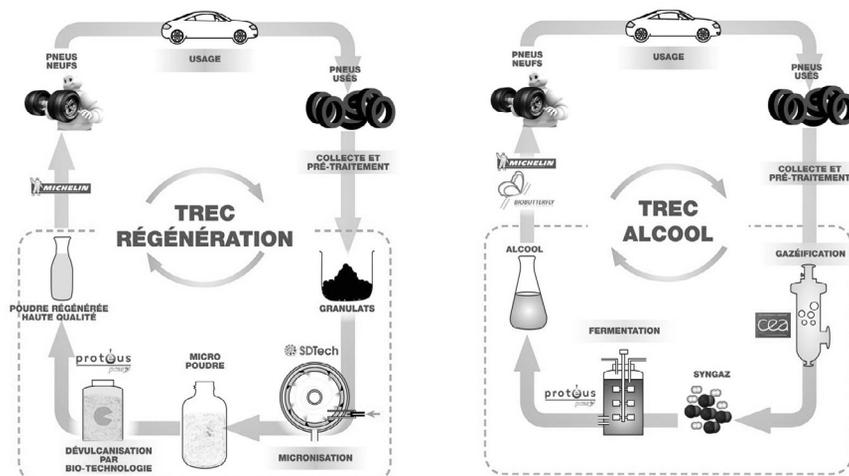
Il couvre 2 voies de valorisation des pneus usagés :

✓ TREC Régénération : un mode de valorisation qui consiste à utiliser et à régénérer des mélanges de gommages pour fabriquer des pneumatiques neufs.

Des technologies en matière de micronisation et de dévulcanisation sélective seront développées afin de créer une « micro-poudre » qui pourra être utilisée comme matière première dans la fabrication de pneus neufs performants,

✓ TREC Alcool : il s'agit ici de produire un intermédiaire chimique nécessaire à la synthèse de matières premières utilisées dans la fabrication de pneumatiques.

Une chaîne de technologies sera mise au point, allant de la gazéification des pneumatiques usagés à la production d'alcool par fermentation du gaz de synthèse ainsi obtenu (syngaz). L'alcool ainsi produit interviendra notamment dans la filière française de production de butadiène BioButterfly, en complément des alcools issus de biomasses, telles que des sucres, du bois et des résidus agricoles.





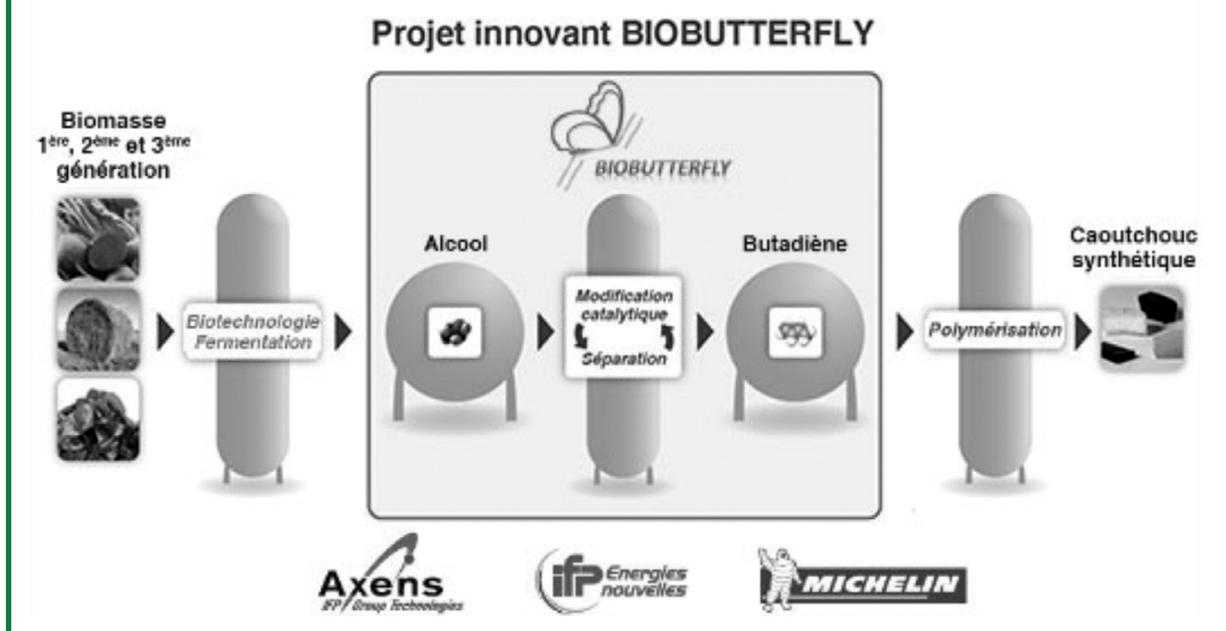
### Encadré 6 : Projet BioButterfly : création d'une filière de production de caoutchoucs synthétiques à partir de biomasse

Ce projet de recherche dans le domaine de la chimie du végétal a été lancé en novembre 2013 en partenariat avec Axens et IFP Énergies Nouvelles. Il vise à développer un procédé innovant de production de butadiène à base de biomasse (biobutadiène). Ce butadiène biosourcé (alors qu'il était usuellement d'origine fossile) peut ensuite être utilisé dans la fabrication de caoutchoucs synthétiques.

D'une durée de 8 ans, le projet BioButterfly est doté d'un budget de 52 millions d'euros. Il a été sélectionné par l'Ademe qui lui a alloué un financement à hauteur de 14,7 millions d'euros, dans le cadre du programme des Investissements d'Avenir.

Les recherches s'articuleront autour de cinq enjeux prioritaires :

- ✓ la production d'un biobutadiène économiquement compétitif,
- ✓ la réduction des impacts environnementaux, notamment des émissions de CO<sub>2</sub>, sur l'ensemble de la chaîne de production (par rapport à la voie fossile équivalente),
- ✓ la fabrication de caoutchoucs de synthèse très performants et l'applicabilité du procédé à toutes les utilisations du biobutadiène,
- ✓ la réduction des coûts d'investissement,
- ✓ la préparation de la future filière industrielle française de production de caoutchoucs bio-sourcés.



#### Réutiliser

La réutilisation des pneumatiques passe par 3 solutions :

- ✓ la réparation permet de ne pas envoyer au recyclage des pneumatiques qui ont été endommagés ; une fois réparés, ils peuvent encore servir jusqu'à usure complète de leur bande de roulement. Les techniques de réparation en question, bien que différentes, sont mises en œuvre tant sur des gros pneumatiques (par exemple, dans le génie civil) que sur des pneus plus petits, ceux équipant des véhicules de tourisme ;

- ✓ le recrusage (en particulier pour les pneus poids-lourds) permet de régénérer des sillons sur la bande de roulement des pneus, améliorant ainsi la sécurité et prolongeant la durée de vie de ces pneumatiques ;
- ✓ le rechapage permet de remplacer uniquement la bande de roulement et, par voie de conséquence, de rallonger la durée de vie du pneu.

#### Recycler

La majorité des pneus sont valorisés en fin de vie dans beaucoup de pays du monde (l'équilibre entre la valorisation matière et la valorisation énergétique variant selon le pays).



En France, la filière mise en place par les manufacturiers pour assurer la collecte et le recyclage des pneumatiques fonctionne bien : ainsi, 100 % des gisements sont collectés et le financement de cette activité est assuré à 100 % par les manufacturiers.

Les voies de valorisation des pneumatiques ainsi collectés sont :

- ✓ le réemploi et le rechapage, pour 18 % ;
- ✓ la valorisation matière, pour 34 % (pour fabriquer, par exemple, des terrains de sport sécurisés ou des roues de caddies), voire même en utilisant les pneus entiers (par exemple, pour réaliser des murs de soutènement) ;
- ✓ et la valorisation énergétique (48 %) : 1 tonne de pneu valorisé énergétiquement permet d'économiser près de 1 tonne de charbon.

Michelin ne s'arrête pas là, il développe encore de nouveaux projets très innovants : utiliser les pneus en fin de vie pour produire de l'alcool (projet TREC Alcool) et pour réaliser des mélanges de gommes régénérées d'excellente qualité, qui seront réincorporés dans les pneus neufs (projet TREC régénéré). Ce type de projets est, là encore, l'illustration de la stratégie d'innovation du groupe Michelin qui vise à toujours faire le meilleur usage possible de chaque gramme de matière première.

### Renouveler

25 % de la matière première des pneus est renouvelable : il s'agit essentiellement de caoutchouc naturel (latex d'hévéa) et de quelques produits comme des résines ou de l'huile de tournesol utilisées dans la fabrication de certains pneumatiques.

### Encadré 7

**À travers sa stratégie 4R en faveur de l'économie circulaire, Michelin déploie sa politique de développement durable Performance et Responsabilité pour répondre aux besoins croissants de mobilité. Michelin aborde l'économie circulaire non pas comme une contrainte, mais comme une démarche s'inscrivant dans les solutions et les *business models* du futur.**

Michelin a lancé tout récemment deux projets visant à accroître la part des matériaux renouvelables dans les pneumatiques :

- ✓ un projet avec Amyris et Braskem, qui a pour objectif de fabriquer de l'isoprène à base de sources renouvelables autres que l'hévéa et présentant les mêmes caractéristiques techniques que celles du caoutchouc naturel ;
- ✓ le projet BioButterfly, qui permettra de fabriquer du butadiène, le produit de base pour la fabrication de caoutchouc synthétique, à partir d'alcool – celui-ci pouvant provenir de biomasse ou du recyclage de pneus usagés (le projet TREC Alcool précité).

### Notes

\* Directeur de la Communication Scientifique et Technique du groupe Michelin.

\*\* Ingénieur agronome, direction des Affaires publiques du groupe Michelin.