

Technique du pneu : potentiel et tendances

L'adhérence par les paumes

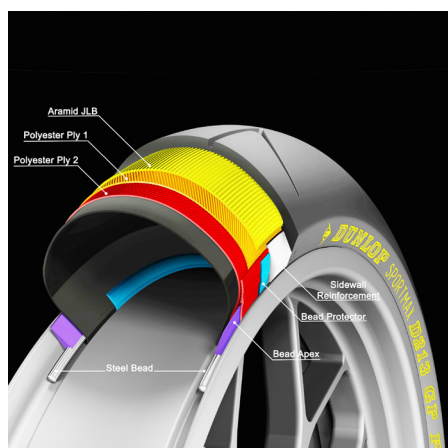
Les garagistes sont surchargés de travail deux fois par an, à les saisons des pneus. Il faudra bientôt installer les pneus d'hiver sur les véhicules des clients. Les fabricants de pneus poursuivent en permanence leurs activités de recherche et développement pour optimiser les produits. Quatre surfaces ayant chacune la taille d'une paume de main assurent l'interface mécanique bilatérale entre le véhicule et la chaussée. Il en résulte des exigences spéciales et de nouvelles contraintes. **Andreas Senger**



Un pneu se compose d'ores et déjà en partie de matières naturelles comme le caoutchouc. À l'avenir, les fabricants de pneus souhaitent augmenter la part de matières naturelles pour réduire l'empreinte carbone de la production. Comme il est impensable de compromettre la sécurité pour y parvenir, c'est un défi en termes de recherche et de développement. Photo: Michelin

Si la propulsion est déterminante pour les émissions de CO₂, les pneus ne doivent pas être sous-estimés. Ils jouent un rôle central dans le transfert du couple d'entraînement et la conversion en un effort longitudinal (accélération, freinage) et transversal (virages). Le principal compromis dans la conception concerne la longévité et l'adhérence, c'est-à-dire la capacité de transfert des efforts. Si un pneu doit atteindre un kilométrage élevé, le mélange de gomme doit être dur sur sa bande de roulement, ce qui réduit l'usure. La rigidité de la sous-structure du pneu (carcasse, ceinture) est susceptible de réduire l'énergie de déformation. Il en résulte une baisse de la résistance au roulement (réduction de la consommation et donc des émissions de CO₂).

L'adhérence s'amenuise toutefois pour des raisons techniques. Plus le mélange de gomme est souple, plus le caoutchouc peut s'adapter à la surface de la route. Ce sont les pneus Slick (non profilés) qui maîtrisent le mieux cette



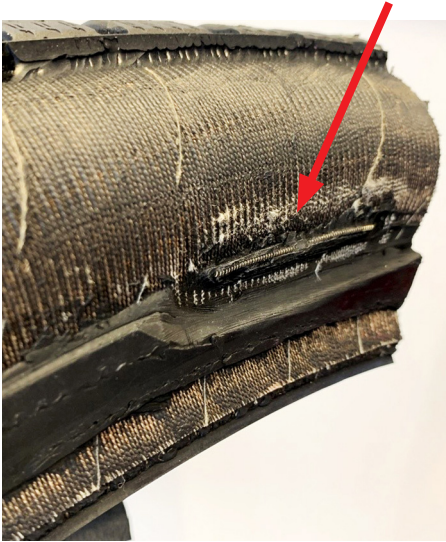
La plupart des pneus de motos sont très performants, mais le couple d'entraînement les soumet à rude épreuve. Ils doivent afficher de généreuses réserves d'usure. Le mélange de gomme est donc souple et le kilométrage plutôt faible. Photo: Dunlop

tâche. Quand leur température de fonctionnement est atteinte, ils se collent à la chaussée. Les pneus sont néanmoins toujours le résultat d'un compromis de conception. Les pneus d'été doivent afficher d'excellentes



Les pneus de véhicules utilitaires doivent être robustes et durables. Leurs sous-structures (carcasse, ceinture) sont plus sophistiquées et le mélange de gomme est plus dur. Photo: Michelin

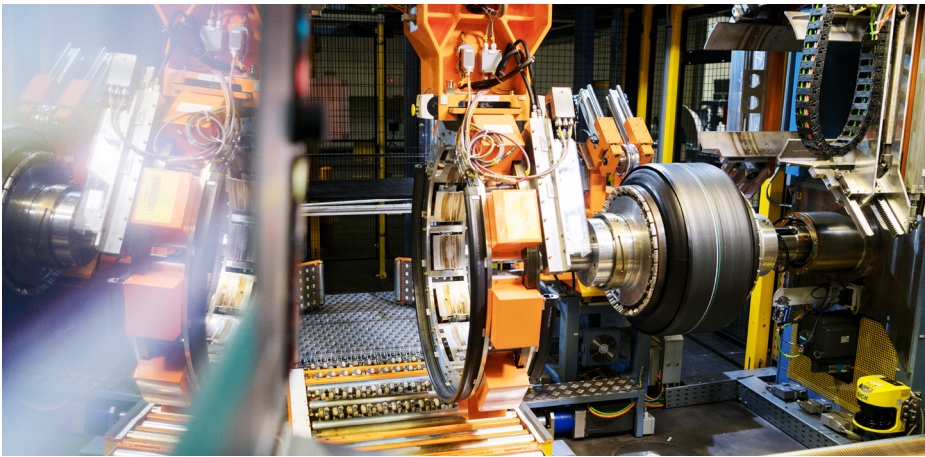
performances sur chaussée sèche et mouillée. Les pneus d'hiver doivent être capables d'affronter la neige, la neige fondue, que la route soit mouillée ou sèche. Les pneus non profilés sont donc inutiles (et interdits), car le pneu flotte (aquaplaning) sur chaussée mouillée, si bien que les transferts d'efforts entre le pneu et la route sont impossibles. Le relief négatif du profil (rainure) permet d'évacuer l'eau comme dans une conduite de drai-



D'ici 2023, chaque pneu Michelin sera doté d'un capteur RFID intégré à la gomme qui permettra d'optimiser divers paramètres. Photo : Michelin



Le banc d'essai de pneus permet de comparer les sous-structures et les mélanges de gomme de bande de roulement les plus divers pour trouver un compromis entre la longévité, la consommation d'énergie (résistance au roulement) et le coefficient de frottement. Diverses surfaces de rouleaux permettent de simuler différentes propriétés de chaussée. Photo : Nokian



Bien que la production de pneus soit largement automatisée et donc peu onéreuse, elle nécessite beaucoup d'énergie pour coller les divers matériaux et couches les uns aux autres par vulcanisation, sans compter les nombreuses matières premières employées. Photo : Continental

nage, si bien que le contact avec la surface de la route peut être garanti jusqu'à une certaine vitesse.

La profondeur de sculpture est elle aussi déterminante pour réduire au mieux les distances d'arrêt ou garantir la précision direc-

tionnelle. Sur un pneu neuf, elle est d'environ 9 mm. Le pneu doit être remplacé au plus tard lorsque la limite légale de 1,6 mm est atteinte. Il est conseillé de remplacer un pneu d'été lorsque la profondeur résiduelle atteint 3 mm afin de minimiser le risque d'aquaplaning. Pour garantir l'adhérence sur chaussée

enneigée, un pneu d'hiver doit être changé quand la profondeur résiduelle est de 4 mm.

Michelin a calculé que d'importantes ressources supplémentaires sont requises en raison de cette recommandation et de la non-utilisation de la profondeur de sculpture légale. Il en résulte une surproduction et une vente excédentaire annuelle de près de 128 millions de pneus, au prix d'une dépense d'énergie de 21 800 GWh (environ deux centrales nucléaires) et de 6,6 millions de tonnes d'émissions de CO₂, soit l'équivalent de 3400 vols entre l'Europe et New York). En matière de sécurité, la profondeur de sculpture recommandée aux membres de l'UPSA est toutefois correcte et essentielle. Sur chaussée sèche, la plupart des pneus dont la profondeur de profil résiduelle est supérieure au plancher légal affichent en effet encore des performances acceptables. « Chez nous, les performances ne dépendent pas de

Suite en page 26

FAHRE NICHT AN DEINE GRENZEN, SONDERN DARÜBER HINAUS.

R69 MCR JB/RR Jetblack-red rim, R69 PS Platinum silver,
R69 JBM Jetblack-matt, R69 MG Magnetic grey
von 18" bis 20"

Das neuartig und trotzdem sehr klassische 5-Speichen Design überzeugt auch im Winter durch seinen Purismus, schlichter Eleganz und Präzision. Mehr Infos unter ronal-wheels.com

RONAL



RONALGROUP



Le comportement en aquaplaning est étudié à grandes vitesses à l'aide de mesures effectuées lors du passage sur une plaque en verre. Photo: Nokian

la profondeur de sculpture », déclare Theres Gosztonyi, cheffe de la division Pneus de voitures chez Michelin Europe North. « Les pneus premium Michelin garantissent encore un freinage fiable pour une profondeur de sculpture de 1,6 mm grâce à une technique d'impression 3D novatrice utilisée pour les fabriquer. » Cette déclaration pourrait bien s'avérer exacte sur chaussée sèche. Dès que celle-ci est mouillée, les performances s'amenuisent toutefois lorsque l'eau ne peut s'écouler dans les canaux de drainage entre la bande de roulement et la chaussée. L'aquaplaning figure parmi les situations les plus dangereuses sur la route. Aucun système électronique de réglage du châssis ou d'assistance à la conduite n'est capable d'éviter un accident dans un tel cas.

C'est pourquoi chez les fabricants de pneus, les activités R&D visant à améliorer sans cesse les mélanges de gomme n'ont qu'une vocation d'optimisation. La conception des profils a elle aussi un potentiel d'amélioration. La charge de travail est néanmoins considérable. Pour tester un profil, le pneu est placé sur un banc d'essai roulant pour étudier sa résistance au roulement et les efforts transmissibles. Diverses surfaces de rouleaux simulent les différents coefficients de frottement, ce qui permet de déterminer l'usure. Pour examiner le comportement en aquaplaning, il faut réaliser des essais de conduite sophistiqués sur des chaussées recouvertes de flaques de différentes hauteurs.



Les pneus d'hiver sont les plus exigeants en ce qui concerne les mélanges de gomme. L'adhérence évolue en fonction du type de neige. En présence de neige fraîche, le pneu doit maintenir le contact avec la chaussée malgré la neige. Photo: Goodyear

Le comportement de roulement peut également être évalué pour des vitesses, des charges de roue et des pressions de pneus variables lorsque le véhicule roule sur une plaque en verre (photo en haut à gauche). Le pilote d'essai passe sur la plaque et une caméra à grande vitesse filme la déformation, le refoulement de l'eau ou le comportement des pneus sur une chaussée enneigée. Ces essais sont coûteux et pour garantir leur reproductibilité, les chaussées doivent être couvertes afin de minimiser les effets de la météo. Les essais sur neige sont les plus difficiles à réaliser, car les propriétés de la neige varient significativement en fonction du type de flocon. Pour comparer divers mélanges de gomme et/ou sculptures de pneu, les fabricants utilisent de la neige artificielle lors des essais. Ils ont également souvent recours à des simulations sur ordinateur pour étudier et comparer les variantes de ceinture.

Michelin a proposé une autre innovation en implantant une puce RFID (Radio Frequency Identification) dans la paroi latérale des pneus. « Les pneus connectés favorisent l'émergence de nombreux nouveaux modèles commerciaux et sont susceptibles d'améliorer davantage la sécurité sur les autoroutes », déclare Michael Ewert, Vice President Global Sales Original Equipment chez Michelin, avant d'ajouter : « Nous développons actuellement des algorithmes avec les constructeurs automobiles. Comme la technologie RFID garantit l'identification précise du pneu, on peut imaginer que le conducteur verra à l'avenir un indicateur de l'état de ses pneus à côté de sa

jauge d'essence. » Les capteurs intégrés à la gomme connaissent notamment les dimensions et le type du pneu (été/hiver).

À l'avenir, cette approche permettra d'adapter directement, grâce à des interfaces, le réglage du système ABS/ESP/ASR lors du changement de pneu. Par le biais des informations stockées sur la puce, les systèmes de réglage de châssis obtiendront alors directement les valeurs d'adhérence longitudinale et transversale en fonction de l'usure du profil pour que le réglage soit plus précis pendant les manœuvres. À l'avenir, le véhicule pourra également calculer la profondeur de sculpture et en informer le conducteur grâce aux configurations de roulement intégrées au pneu neuf et lorsque celui-ci est usé. Cette approche permet aussi d'éviter les erreurs de montage dues à des dimensions erronées. La puce devra aussi contenir des informations sur les matériaux utilisés afin d'optimiser le recyclage. La numérisation et les processus de fabrication novateurs offrent d'énormes possibilités de développement pour les pneus. Malgré tous les assistants électroniques à bord de la voiture, il importe de montrer au client que les quatre liaisons entre le véhicule et la chaussée, de la taille d'une paume chacune, représentent des réserves de sécurité. Le surcoût des pneus premium en vaut la chandelle. <