



Tendances en matière de freinage

Récupération et particules fines

La directive d'émission de l'UE Euro 7 entrera en vigueur dans environ deux ans. Elle concerne non seulement les véhicules à combustion, mais aussi les véhicules électriques à batterie (VEB). Pourquoi ? À partir de 2025, la législation entend également limiter l'abrasion des pneus et des freins, et ainsi réduire les émissions de particules fines. **Andreas Senger**

Les freins de roue continueront d'exister. La législation européenne prévoit toujours des disques de freinage ou des tambours, également pour les véhicules à propulsion alternative avec possibilité de décélération par récupération. Un seul bémol : l'introduction des valeurs d'émission Euro 7 limite le nombre de particules fines émises par les freins. Photo : Continental.

L'introduction des plafonds d'émissions définis dans la directive Euro 7 est prévue en 2025 pour les voitures de tourisme. Pour les véhicules utilitaires, elle devrait avoir lieu deux ans plus tard. En ce qui concerne les moteurs à combustion, seuls des ajustements modérés des limites de pollution seront apportés, et les moteurs à essence et diesel seront traités de façon identique. La nouveauté surprenante et déterminante pour l'industrie automobile induite par les plafonds Euro 7 est l'introduction de valeurs maximales concernant les émissions dues à l'abrasion des pneus ainsi que les particules fines émises par les freins. Cette nouveauté concerne non seulement les véhicules à combustion, mais aussi les véhicules électriques à batterie (VEB). Les VEB, souvent puissants, émettent une quantité non négligeable de particules de caoutchouc, car le patinage des roues lors des accélérations engendre une usure accrue des pneus. En ce qui

concerne les modèles très sportifs, il n'est pas surprenant qu'un jeu de pneus tienne parfois nettement moins de 10 000 km et nécessite des changements plus fréquents, en raison de son poids considérable associé à des couples d'entraînement élevés. Les particules de caoutchouc se répandent dans l'environnement et se déposent dans la nature par transmission.

Pour les systèmes de freinage, l'effet est inverse : si le potentiel de récupération est systématiquement exploité, la durée de vie des plaquettes de frein et des disques ou tambours de freinage augmente. C'est la raison pour laquelle, en particulier pour les VEB, la fonction supplémentaire Brake disk wiping (BDW), c'est-à-dire l'essuyage des disques de frein, a été implémentée par logiciel dans l'unité de commande ABS/ESP du groupe hydraulique. Si le disque de freinage n'est pratiquement jamais actionné par la pédale de frein parce que

seul le freinage par induction est utilisé pour ralentir, le disque de freinage provoque rapidement une corrosion superficielle, surtout sous l'effet de l'eau salée, comme c'est le cas en hiver. Grâce à la pose périodique des garnitures de frein, il est possible d'éliminer cette saleté et de maintenir la surface propre. Cela permet non seulement d'allonger la durée de vie des disques, mais aussi d'améliorer la réactivité en cas de ralentissement plus important. Seuls les disques de freinage antirouille présentent une valeur de frottement élevée et peuvent convertir de manière optimale la force de serrage des plaquettes en force de frottement sur la circonférence du disque. Le déclenchement du BDW se fait en fonction de la température extérieure, des informations du capteur de pluie ou simplement périodiquement, après un certain nombre de kilomètres parcourus, et ne se remarque pas pendant la conduite.

La problématique des poussières de freinage concernera donc tous les véhicules, quelle que soit la transmission. Pour limiter les émissions de particules fines, trois stratégies sont efficaces : utiliser des matériaux de disques et de plaquettes qui produisent moins de particules, retenir la poussière sur le disque au moyen de filtres passifs ou actifs, ou s'appuyer sur des techniques traditionnelles. Les premiers prototypes de systèmes de filtration existent déjà.

L'équipementier Mann+Hummel, spécialiste des technologies de filtration, a présenté un filtre passif qui entoure le disque sur toute sa circonférence, à l'exception de l'étrier, et qui absorbe la poussière de freinage. Comme pour les autres systèmes de filtration, ce filtre à poussière doit être remplacé ou nettoyé périodiquement. Une variante active aspire la poussière. Dans ce cas, un boîtier est monté autour du disque dans le sens de rotation après l'étrier. Un aspirateur aspire la poussière activement au cours du processus de freinage par un tuyau. Le récipient doit également être vidé et nettoyé régulièrement. Si ces systèmes s'imposent, le personnel des ateliers devra effectuer des travaux de maintenance supplémentaires.

L'association de disques et de plaquettes dégageant peu de poussière est déjà montée en série. En collaboration avec des fournisseurs, Porsche a perfectionné le produit de telle sorte que le disque de freinage optimisé en surface est très dur et que le matériau des plaquettes ne génère pratiquement pas d'émissions de poussières. Le disque de frein en fonte grise est pourvu d'une couche dure de carbure de tungstène, dont l'application est très complexe. Les modèles Porsche dotés d'un système de freinage à faibles émissions de particules sont reconnaissables aux étriers de frein blancs.

La mesure des émissions dues aux disques constitue un autre défi. Le centre aérospatial allemand (Deutsches Zentrum für Luft- und

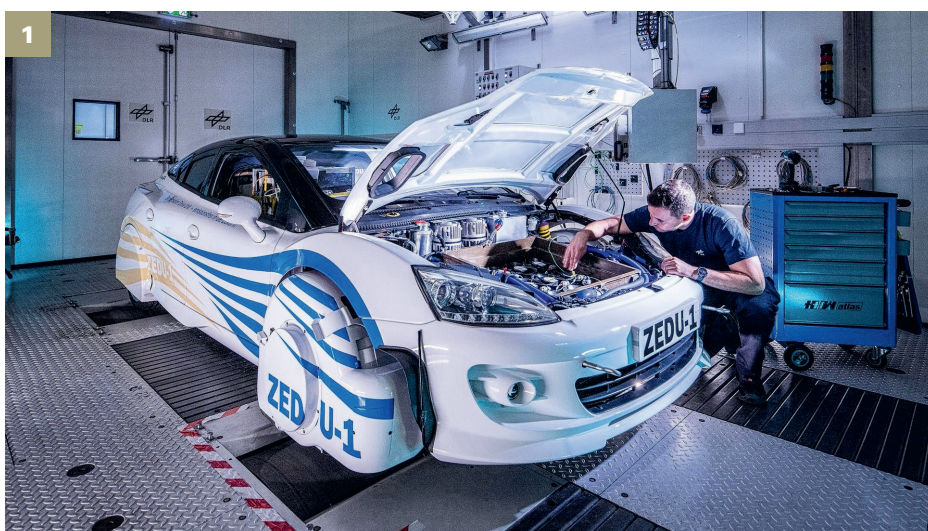


En raison de la limitation des émissions maximales de poussières de freinage, le frein à tambour connaît une renaissance. Grâce à une version fermée, les émissions de particules fines sont nettement moindres. Photo : Continental

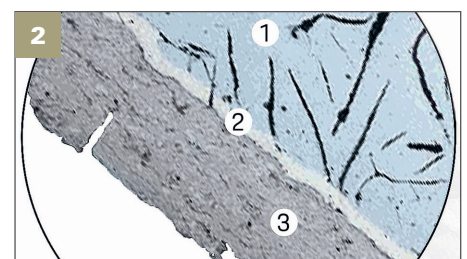
Raumfahrt, DLS) et l'entreprise automobile HWA ont construit un prototype dont les émissions de particules fines des freins et des pneus peuvent être mesurées aussi bien sur banc d'essai que sur route. Les pneus entièrement connectés permettent d'aspirer les poussières fines des deux émetteurs et ainsi de déterminer les associations pneus/disques mais aussi plaquettes/disques qui pourront répondre à la norme Euro 7. En raison de la complexité du processus de mesure, les exigences en matière d'émissions ne sont vérifiées qu'au moment de la réception par type ou de l'homologation.

L'équipementier Continental adopte une approche différente et aborde le défi de manière très pragmatique. Un frein à tambour fermé émet en soi nettement moins de poussière. Il peut non seulement être utilisé sur l'essieu arrière (comme c'est le cas pour de nombreux VEB), mais aussi connaître une seconde vie sur l'essieu avant. Grâce à un dimensionnement adéquat, les freinages imposés par la législation peuvent également être réalisés avec les freins à tambour. Le diamètre du tambour est

Suite en page 38



1 En raison des valeurs limites d'émission Euro 7, les particules fines dues aux freins seront également mesurées. Cela implique une procédure d'essai complexe, au cours de laquelle les émissions doivent être aspirées et mesurées sur des bancs d'essai. 2 La réduction des particules est déjà possible aujourd'hui grâce à de nouveaux matériaux (par exemple Porsche PSCB). Le disque de freinage est toujours constitué d'un corps de base en fonte grise (1). Une couche intermédiaire ductile en nickel servant d'agent d'adhérence galvanisé (2) relie la fonte grise et le carbure de tungstène (3), qui est appliqué par pulvérisation à la flamme à grande vitesse. 3 Les disques de freinage en carbure émettent beaucoup moins de poussières de frein que les disques de freinage conventionnels et pourraient être utilisés plus largement à l'avenir. Photos: DLR (à gauche), Porsche (à droite)



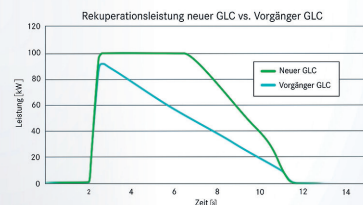
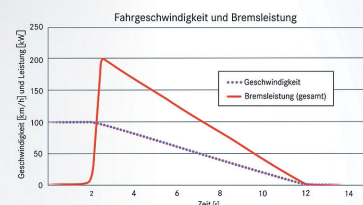
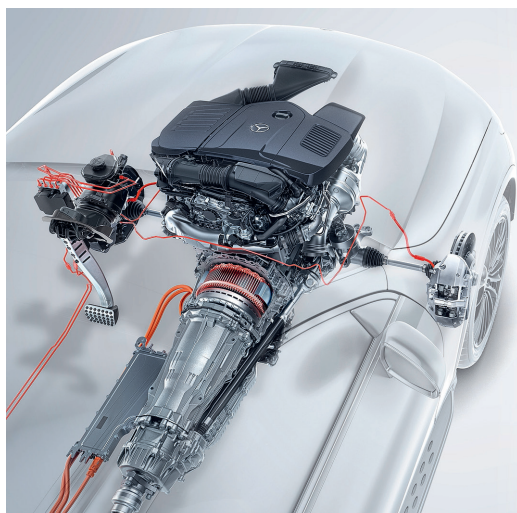
agrandi de manière à ce que la force de serrage des plaquettes produise un couple de freinage suffisant également sur l'essieu avant.

La combinaison du freinage électrique et de l'utilisation des freins de roue est également considérée comme un moyen optimal de maintenir les émissions de particules fines dues aux freins de roue en dessous des limites. L'enjeu du développement est de configurer le moteur électrique, l'onduleur mais aussi la gestion de la batterie de manière à obtenir non seulement les accélérations ou l'autonomie souhaitées, mais aussi des performances de récupération élevées dans toutes les situations de conduite. Le « brake blending » ou freinage conjugué, c'est-à-dire la transition entre le freinage électrique par induction au moteur électrique et le freinage hydraulique, est perfectionné dans les nouveaux véhicules hybrides, hybrides rechargeables et les VEB. Lors de l'actionnement du système de freinage, la cliente ou le client ne doit pas ressentir si le ralentissement se fait par récupération ou déjà en partie grâce au système de freinage hydraulique. Pour améliorer ce réglage, les constructeurs utilisent des systèmes de freinage électrohydrauliques. Dans ce cadre, le ralentissement souhaité est enregistré par le biais de la pédale de frein, comme sur la photo du simulateur de pédale de frein à gauche. La sensation habituelle d'actionnement de la pédale de frein est simulée, et le trajet ainsi que la vitesse d'actionnement de la pédale sont mesurés par le système.

La force de freinage souhaitée est



Les filtres à poussière de frein aussi bien actifs (voir photo) que passifs (autour des disques de freinage) seront une solution possible pour absorber les particules. Photo: Mann+Hummel



Bei starken Bremsungen deutlich mehr Energierückgewinn beim neuen GLC

Pour les véhicules hybrides comme pour les VEB, le freinage conjugué veille à ce que les freins de roue et le moteur électrique contribuent au ralentissement. En cas de faible décélération, le moteur électrique fait office de générateur et récupère l'énergie. De plus, le système de freinage, le plus souvent électrohydraulique, est commandé en continu lors des freinages plus forts. Photo: Mercedes

ensuite calculée et déclenchée par l'unité de commande. Un véhicule électrique essaie, de préférence, d'obtenir le ralentissement uniquement via la récupération. Si la décélération souhaitée n'est pas suffisante, le groupe hydraulique injecte une pression dans les freins de roue. La pression dans les quatre canaux est surveillée et réajustée en permanence par le groupe hydroélectrique. Le volume de liquide de frein nécessaire est puisé dans un accumulateur de pression, qui est alimenté en permanence par une pompe électrique hautes performances. Ce n'est qu'en cas d'urgence que le simulateur de pédale de frein dispose d'une liaison hydraulique directe avec les freins de roue grâce aux maîtres-cylindres tandem intégrés.

Toutefois, pour régler la récupération dans toutes les situations de conduite, la batterie haute tension ne doit pas être complètement chargée, c'est-à-dire ne pas atteindre le SOC de 100%. Si un véhicule rechargeable parcourt une route de montagne après un chargement complet, il n'est pas possible d'obtenir la puissance de récupération souhaitée et il faut, par conséquent, davantage freiner par voie hydraulique. La combinaison entre freinage élec-

trique et hydraulique-mécanique peut être optimisée en saisissant le prochain trajet dans le système de navigation avant le chargement du véhicule. Cela permet au véhicule de déterminer lui-même la charge nécessaire pour maximiser le freinage par récupération même peu après le départ. L'ajustement du système de freinage et l'optimisation de la combinaison dans le cadre du freinage conjugué garantiront des taux de récupération encore plus élevés.

Pour réduire les particules fines de freinage, la coordination habile entre récupération et freinage mécanique constitue un levier de développement. Toutefois, cet effort ne vaut la peine que pour les véhicules électriques lourds, car la masse offre également une haute puissance de récupération lors des décélération. Pour les véhicules légers équipés d'une transmission électrique, il conviendra probablement de miser davantage sur la configuration de freinage traditionnelle du frein à tambour, longue durée de vie et faible besoin d'entretien inclus. <

Nouveau: FGS, la remorque avec essieu élévateur et 100% d'équilibrage

Poids utile à 2,9t

Remorques pour le transport de voitures, carrosseries
Visitez notre exposition ou demandez une démonstration. Disponible également en modèle communal.

T&W Technik
Dammstr. 16, 8112 Otelfingen
tél. 044 844 29 62
www.fgs-fahrzeuge.ch

depuis 1964 **CORTELLINI & MARCHAND AG** **061 312 40 40**
Rheinfelderstrass 6, 4127 Birsfelden

Le plus complet des services de réparation de boîtiers électroniques pour auto de Cortellini & Marchand AG

Vous cherchez, nous trouvons – Votre service de recherche pour pièces automobiles d'occasion

www.auto-steuergeraete.ch www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch