

La direction des futurs véhicules en tant que solution steer-by-wire permettra une plus grande interconnexion avec les autres systèmes de contrôle du châssis et les systèmes d'assistance à la conduite.
Photo: ZF

Tendances actuelles dans le domaine des directions

L'avenir : steer-by-wire

Les directions n'ont connu que peu d'innovations visibles au cours des dernières décennies. On remarque surtout le passage des systèmes de direction assistée hydraulique aux équivalents électromécaniques, les directions à superposition et l'arrivée des quatre roues motrices. À l'avenir, la colonne de direction sera supprimée. Il en résulte de nouveaux degrés de liberté pour les développeurs, notamment pour les véhicules à conduite autonome. **Andreas Senger**

La direction étant un élément essentiel de la sécurité, elle est réglementée par le législateur et les innovations et les nouveaux développements nécessitent d'abord des adaptations en matière de réglementation. Jusqu'à présent, la norme ECE-R-79 exigeait qu'il y ait une liaison mécanique entre le volant et le boîtier de direction afin de garantir une intervention sur la direction en cas de défaillance des systèmes électroniques et électriques. Il y a environ 35 ans, l'introduction en série des quatre roues motrices était donc de nature purement mécanique. En 1987, un arbre de direction supplémentaire de l'essieu avant à l'essieu arrière a permis à la Honda Prelude, en cas de faible braquage de l'essieu avant, de braquer les roues de l'essieu arrière dans le même sens afin d'avoir un effet stabilisateur lors des changements de voie et de réduire les réactions de changement de charge. En cas de braquage plus important pour manœuvrer, les roues arrière braquaient en sens inverse de l'essieu avant afin de raccourcir virtuellement l'empattement et de faciliter le stationnement du véhicule. Mitsubishi comme Mazda ont par la suite construit un système similaire. Les systèmes mécaniques

ont été remplacés depuis longtemps par des directions d'essieu arrière actionnées par des moteurs électriques. Alors que les premières applications autorisaient des angles de $\pm 3^\circ$, les angles actuels sont d'environ $\pm 10^\circ$ ou plus.

La suppression de l'assistance de direction hydraulique a également favorisé la possibilité d'utiliser la force d'assistance non seulement en fonction de la vitesse, mais aussi de beaucoup plus de paramètres. Ceux qui se souviennent savent que les premières aides de direction électromécaniques présentaient une sensation de retour synthétique. Un feedback des roues avant était à peine possible. Les systèmes d'assistance à la direction, stigmatisés pour leur manque de sensibilité, ont toutefois été continuellement améliorés et atteignent aujourd'hui un niveau qui non seulement procure une sensation et un toucher de direction directs, mais permet également de programmer des forces de rappel variables et d'adapter individuellement le système au caractère du modèle de véhicule.

Le développement des systèmes de direction a ensuite abouti aux systèmes de direction à superposition. Au moyen d'un renvoi d'angle ou d'un engrenage planétaire, un angle de braquage supplémentaire pouvait être généré dans la colonne de direction par un moteur électrique ou la direction pouvait être conçue de manière plus indirecte en supprimant l'angle de braquage. Ces systèmes étaient toutefois très compliqués et les clients devaient d'abord s'habituer à amener les roues à leur angle de braquage maximal en un demi-tour de volant à basse vitesse. L'avantage : lors des manœuvres, de faibles angles de braquage suffisaient. À grande vitesse, une manœuvre de direction brusque ne permettait qu'un angle de braquage des roues réduit. Mais cette idée ne s'est pas imposée et, dans les départements de développement, on ne s'est pas acharné sur l'idée de la direction par superposition, car on s'est attaqué à l'étape suivante, le steer-by-wire. Depuis plusieurs années, les équipementiers et les constructeurs automobiles ont travaillé sur le découplage du volant et du boîtier de direction, et les systèmes ont été développés jusqu'à la production en série.

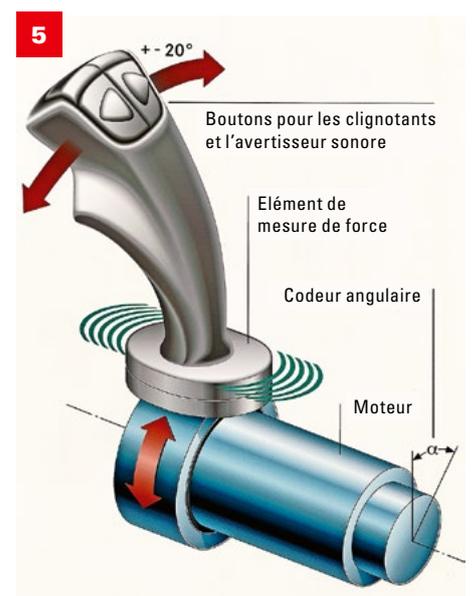
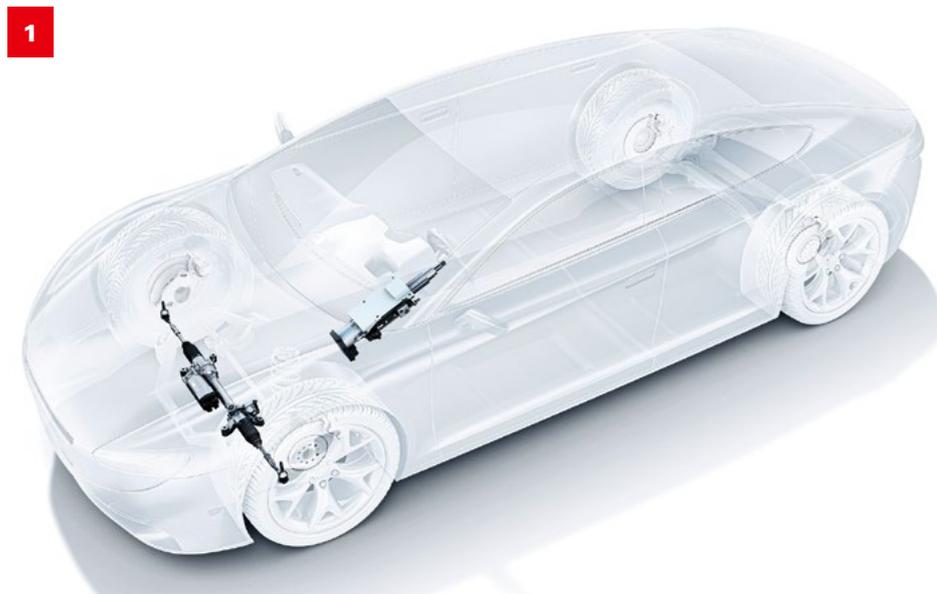
La norme ECE a été adaptée de manière à tenir compte d'un découplage du boîtier de direction dans l'optique de la sécurité passive et de la simplification des véhicules à conduite à gauche et à droite. Concrètement, les nouveaux véhicules ne doivent plus présenter de liaison mécanique entre le volant (capteur) et le boîtier de direction (actionneur). En supprimant la colonne de direction, la sécurité du conducteur ou de la conductrice augmente, en particulier en cas de collision frontale, car l'intrusion de la colonne de direction n'est plus possible. Mais comment la sécurité est-elle garantie en cas de panne? La solution steer-by-wire introduite par Nissan il y a une dizaine d'années dans l'Infinity Q50 disposait d'une connexion mécanique permettant d'intervenir en cas d'urgence. Les systèmes hydrauliques complémentaires sont une autre

possibilité envisageable. Mais steer-by-wire signifie littéralement « direction par câble électrique ».

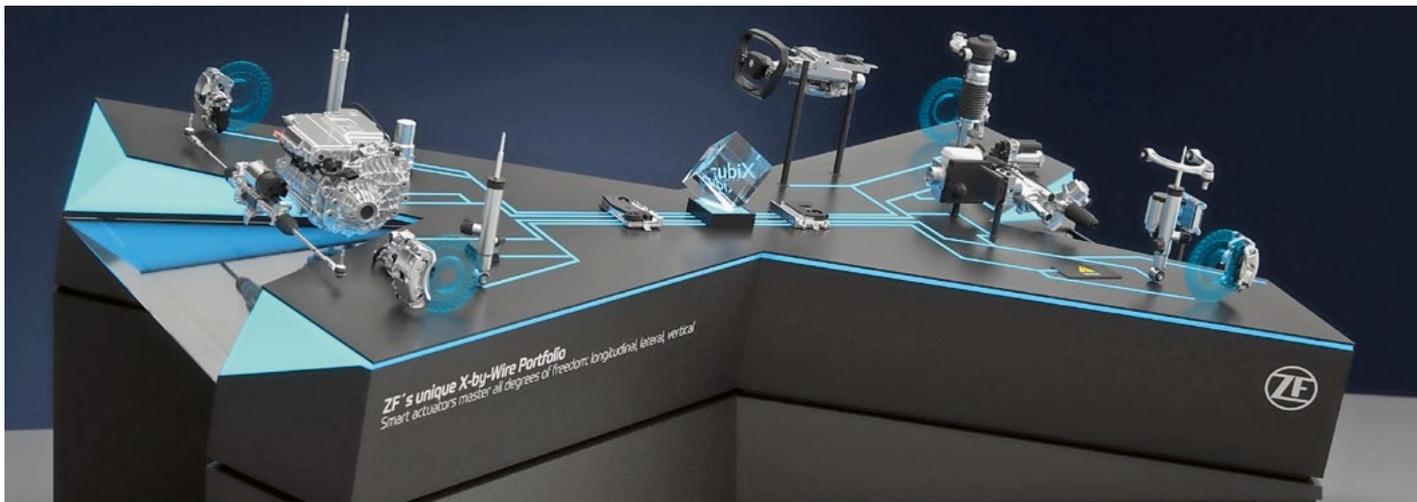
L'idée de base est que l'ordre de braquage au volant est enregistré par un capteur d'angle de braquage redondant, donc double. La grandeur d'entrée de l'angle de braquage est analysée dans un appareil de commande de châssis séparé ou central et convertie dans l'actionneur, le mécanisme de direction électromécanique, sur la base de la perception de l'environnement par les systèmes d'assistance au conducteur et des paramètres programmés. Pour garantir la sécurité, il faut disposer, en plus de l'alimentation en énergie via le réseau de bord, d'une deuxième source de tension permettant au moins d'immobiliser le véhicule en toute sécurité en cas d'urgence. L'actionneur, c'est-à-dire

la commande électromécanique dans le boîtier de direction, doit également être double afin de pouvoir quand même générer un angle de braquage en cas de panne d'un moteur électrique. La surveillance, et donc une boucle de régulation, est rendue possible par des capteurs supplémentaires. Le mouvement et la position de la crémaillère sont mesurés en continu et transmis à l'unité de contrôle pour vérification. Pour donner un feedback au conducteur, l'appareil de commande applique en outre un couple de rotation au volant au moyen d'un moteur électrique, afin de simuler les forces exercées sur la direction (comme sur les manettes de jeu). Mais les avantages d'une solution steer-by-wire dépassent largement les arguments évoqués de la sécurité passive et de la conduite à gauche/droite.

Suite page 32



1 À l'avenir, la colonne de direction sera supprimée. Pour garantir la sécurité de la direction en cas de panne, tous les capteurs et actionneurs ainsi que l'alimentation en énergie doivent être redondants. La première utilisation en série est déjà prévue pour cette année chez les constructeurs chinois. **2** Sur les véhicules de grande taille, la direction de l'essieu arrière agit comme un raccourcissement de l'empattement par un braquage réciproque par rapport à l'essieu avant lors des manœuvres et contribue, à vitesse élevée, à réduire les interventions de l'ESP par un braquage dans le même sens lors des changements de voie (minimiser les changements de charge). **3** Le capteur d'angle de braquage devra à l'avenir répondre à des exigences plus élevées si la colonne de direction doit être supprimée. **4** Des véhicules d'essai équipés de systèmes de commande automatique (steer-by-wire) sont sur les routes depuis des années et contribuent à ouvrir la voie vers les normes de niveau 4 et supérieur (conduite semi-autonome et autonome). **5** Déjà testée en 1998 sur une Mercedes-Benz SL (série R129) : une direction par joystick est actuellement montée par des spécialistes sur des véhicules destinés à des personnes atteintes et pourrait, grâce aux systèmes de direction steer-by-wire, reprendre de l'importance pour la grande série. Photos : Bosch (2), Porsche, Hella, Mercedes-Benz.



La mise en réseau de toutes les fonctions x-by-wire permettra d'augmenter considérablement la sécurité active, d'optimiser le confort de conduite et d'étendre le FAS. Photo : ZF

L'objectif est d'optimiser l'assistant de maintien de voie, par exemple, grâce au découplage de l'angle du volant. À l'avenir, la version active du FAS ne réagira pas seulement à l'approche des lignes de guidage mais, grâce au découplage, maintiendra le véhicule confortablement dans sa voie sans changer constamment de direction. Il est également possible d'intégrer les avantages de la direction par superposition et d'autoriser des angles de braquage élevés sur les roues à basse vitesse, bien que seuls de faibles angles soient générés au niveau du volant comme grandeur d'entrée. En outre, la stabilité de la trajectoire et le changement de voie devraient être encore améliorés à grande vitesse en association avec la direction électrique de l'essieu arrière, ce qui permettra de réduire à nouveau le nombre d'interventions de l'ESP.



Dans l'atelier, les travaux mécaniques et les contrôles restent quotidiens, même sur les systèmes de direction modernes. Photo : ZF

Une étape supplémentaire est l'intégration de la direction dans le contrôle électronique du châssis, qui permet des systèmes d'amortissement actifs, le système de commande automatique brake-by-wire et le contrôle de la récupération et de l'entraînement des moteurs électriques sur l'essieu avant et arrière. Ainsi, non seulement le confort de conduite connaîtra des progrès significatifs, mais la sécurité active fera un pas en avant. En les reliant aux SAV, les accidents sont activement évités et les situations de conduite dangereuses sont

identifiées à leur origine et désamorcées par les systèmes. Dans l'atelier, il n'y aura pas beaucoup de changements sur le plan mécanique en ce qui concerne la direction. Bien que le jeu dans la colonne de direction ne doive plus être contrôlé, les contrôles de jeu dans les embouts de barre d'accouplement restent une tâche de contrôle importante. De plus, les professionnels de l'atelier seront appelés à effectuer le calibrage des différents capteurs, à enregistrer ceux-ci dans le système global lors du changement de composants et à mettre en

œuvre le codage en fonction de la variante d'équipement ou de l'actualisation des programmes logiciels. Le marché nous dira à quelle vitesse les nouvelles solutions steer-by-wire s'imposeront. Les premiers véhicules devraient être commercialisés dès cette année. Les constructeurs chinois, japonais et américains seront les premiers à proposer des modèles de véhicules. La technologie x-by-wire s'imposera à long terme et deviendra un standard, comme pour les avions. ●

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
www.auto-steuergeraete.ch

Vous cherchez, nous trouvons – Votre service de recherche pour pièces automobiles d'occasion
www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch

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