

Influence de la technologie de course sur les véhicules de série

# Champ d'innovation sport motorisé

Pour certains de nos contemporains, le sport motorisé est un passe-temps inutile, avec d'immenses émissions et des heures passées à tourner en rond. Les profanes ne reconnaissent souvent pas suffisamment l'utilité des courses. En tant que moteur d'innovation, le sport motorisé permet d'expérimenter de nouvelles technologies qui trouvent souvent leur place dans la production de série. **Andreas Senger**



De nombreux constructeurs automobiles s'engagent dans le sport motorisé. La palette s'étend des coupes de marque à la catégorie reine de la Formule 1. Selon les séries de courses, plusieurs centaines de millions d'euros sont investis dans une équipe, et les consommateurs sont en droit de se poser la question suivante: cet engagement financier en vaut-il vraiment la peine? Les technologies issues du sport motorisé peuvent-elles également être transférées de manière profitable dans la grande série, c'est-à-dire pour augmenter l'efficacité et réduire les émissions de CO<sub>2</sub>?

Deux exemples de l'École polytechnique fédérale de Zurich permettent de le démontrer: l'association académique de sport automobile de Zurich (AMZ) de l'EPF Zurich et de la Haute école de Lucerne construit chaque année un bolide Formula Student, comme trois

autres équipes en Suisse. Dans ce cadre, les membres de l'équipe de la saison précédente transmettent leurs connaissances aux « nouveaux venus », assurant ainsi la continuité et le transfert de savoir-faire. Chaque membre de l'équipe est passionné par le projet, les heures de bricolage et d'optimisation en font partie et l'engagement sur les champs de course est également très exigeant. Au lieu d'étudier exclusivement des connaissances techniques, de déduire des relations mathématiques ou d'éplucher des livres spécialisés, les étudiants vivent, soudent, collent, se réjouissent ou se fâchent des résultats et acquièrent des compétences techniques qui ne pourraient jamais être acquises dans un amphithéâtre.

Même après les études, les connaissances techniques acquises peuvent être mises en pratique. Comme l'AMZ achète uniquement les cellules

de batterie pour son racer et développe, teste et teste en pratique chaque composant, de la gestion de la batterie à la machine électrique, le savoir-faire en matière de configuration matérielle et de programmation logicielle est énorme. L'utilisation d'outils de simulation fait également partie du répertoire. La technique de régulation de l'entraînement qui en résulte, avec le torque vectoring des quatre moteurs de moyeu de roue, tout comme les astuces aérodynamiques, sont intéressantes pour l'industrie automobile et se retrouveront tôt ou tard dans les véhicules de série.

La tentative de record du monde de l'AMZ, établie l'automne dernier, montre qu'il est parfois possible d'aller un peu plus loin: une voiture de course Formula Student modifiée a accéléré de zéro à 100 km/h en 0,956s et a pulvérisé le record du monde existant. Pour représenter ses collègues, citons Philippe Holstein, étudiant à l'EPF Zurich et spécialiste des machines électriques à moyeu de roue: il transfère par exemple le savoir-faire acquis lors du développement et de la réalisation d'une transmission électrique encore plus performante et légère pour le bolide du record du monde au fabricant de moteurs DC Maxon à Sachseln. Depuis la création de l'entreprise en 1961, ses machines électriques sont produites en très grand nombre d'unités par plus de 3300 collaborateurs. Le calcul de la transmission optimale pour le racer, la définition des caractéristiques de construction, la production et les tests du composant fini remplissent le futur ingénieur de l'EPFZ de satisfaction et de fierté.

L'électrification des chaînes cinématiques des voitures de série bénéficie du transfert du sport motorisé. Un autre exemple helvétique est l'optimisation des doctorants et des étudiants de l'EPF Zurich, qui ont saisi par simulation la propulsion hybride pour l'équipe Ferrari F1 et l'aident à s'adapter aux différents

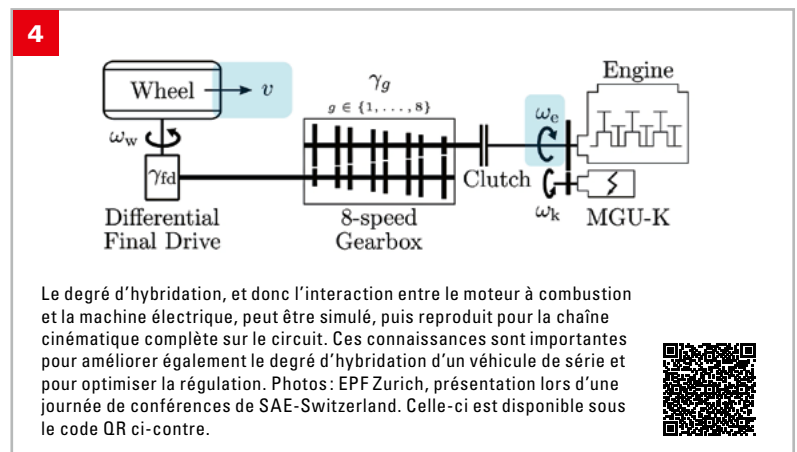
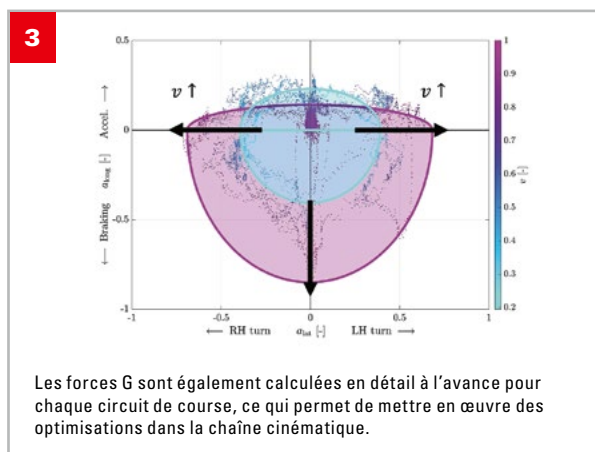
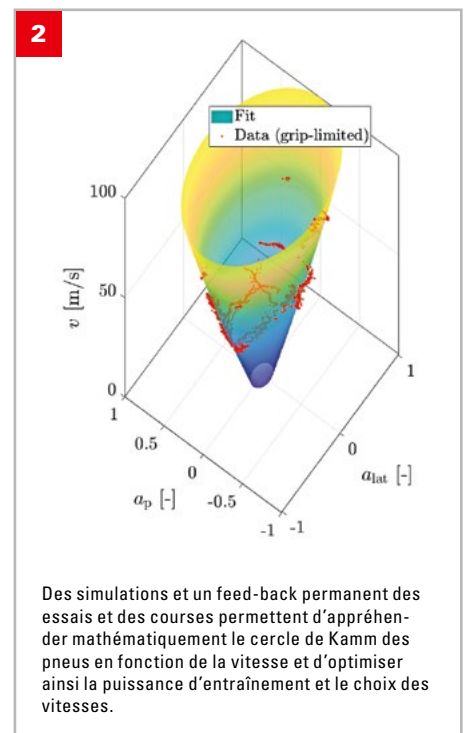
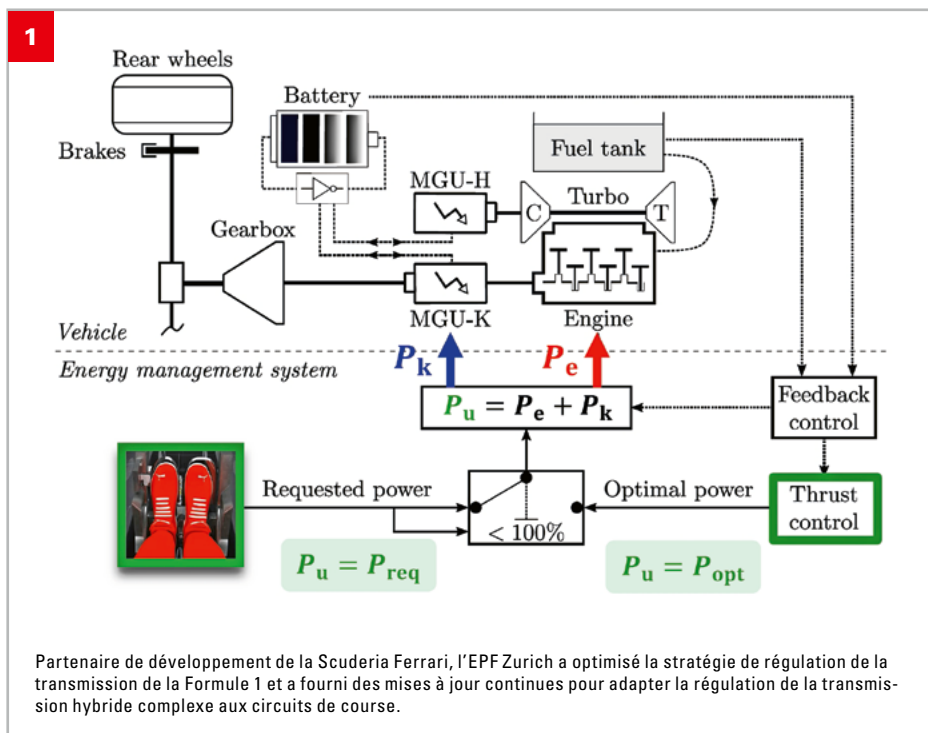
circuits de course. L'amélioration assistée par ordinateur permet non seulement de rendre la chaîne cinématique plus performante en ce qui concerne l'interaction entre le moteur à combustion et la machine électrique, mais aussi de prévoir la récupération et la fonction de boost qui s'ensuit en mode course, y compris le choix optimal du rapport de transmission.

Le V6 1,6 litre à combustion de la Scuderia Ferrari disposait pour la saison 2023 d'une injection directe d'essence avec une pression d'injection maximale de 500 bars et tourne au maximum à 15000 tr/min. La puissance du moteur à essence, d'un alésage de 80 mm et d'une course de 53 mm, n'est jamais concrètement indiquée par les équipes, mais elle devrait être d'environ 550 kW.

Grâce à un turbocompresseur à transmission hybride (électrique comme le flux des gaz d'échappement, MGU-H avec max. 125 000/min.), les chambres de combustion sont alimentées en air pré-comprimé et l'énergie électrique est récupérée dans la batterie par l'augmentation de la charge du moteur à combustion. Une deuxième machine électrique (MGU-K avec max. 50 000/min) de 120 kW et une batterie haute performance de 20 kg avec 4 MJ de stockage d'énergie assistent en outre la transmission de manière ponctuelle (environ 30 s de boost par tour) et donc efficace lors des accélérations. L'interaction optimale entre les trois transmissions, le moteur à combustion interne, l'unité moteur-générateur (MGU) H et K, garantit la plus grande accélération possible.

A l'EPF Zurich, la transmission complète de la F-1 a été reproduite sur ordinateur (voir encadré technique). Pour que la force motrice puisse également être convertie en propulsion, les étudiants de l'EPFZ ont dû comprendre par exemple les paramètres des pneus et ont implémenté le cercle de Kamm, c'est-à-dire la force de frottement maximale transmissible par la vitesse dans le système. L'analyse des essais et des courses et l'amélioration des paramètres permettent d'améliorer ponctuellement la transmission, course après course. Le défi: en limitant le débit maximal de carburant à 100 litres par heure et en interdisant le ravitaillement de nuit (110 kg maximum par course dans les réservoirs), il faut définir la stratégie de propulsion optimale pour chaque circuit et prévoir les flux d'énergie. En course, l'énergie chimique doit être utilisée de manière efficace

Suite page 44

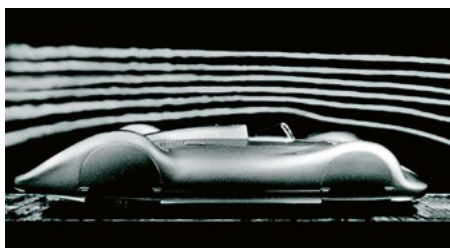


et sa transformation en propulsion mécanique doit, avec la propulsion hybride, atteindre le plus haut niveau d'efficacité.

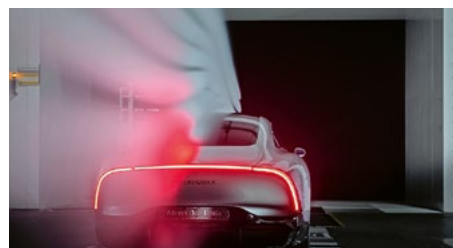
Mais à quoi sert ce travail de développement dans la course automobile? L'hybridation, c'est-à-dire la détermination de la part de la puissance d'entraînement électrique par rapport au moteur à combustion, occupe depuis longtemps déjà une place dans différents travaux de projet à l'EPF Zurich et est actuellement intégrée pour la production en grande série. Pour Christopher Onder, professeur de sciences techniques, c'est une motivation pour approfondir cette question avec les étudiants du département de construction mécanique et de technique des procédés de l'Institut des systèmes dynamiques et de la technique de régulation dans le cadre de différents travaux semestriels et d'optimisations. En définissant soigneusement les agrégats, une propulsion hybride peut apporter un net avantage en termes de consommation et donc de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Ainsi, alors que la performance et la capacité d'accélération sont au cœur du sport motorisé, les mêmes outils logiciels et les mêmes relations mathématiques de la physique peuvent être appliqués pour réaliser une réduction de la consommation dans le cycle WLTP, mais aussi sur la route.

Mais il n'y a pas que l'optimisation de la propulsion qui passe du sport motorisé à la grande série. L'aérodynamique est également améliorée en permanence. Ainsi, les diffuseurs à l'arrière sont de série sur les voitures sportives de série pour augmenter les forces d'abaissement à des vitesses plus élevées. Mais les roues entièrement carénées, comme celles du concept-car EQXX de Mercedes-Benz, sont également empruntées au sport automobile et, grâce au carénage intégral, elles permettent de réduire les turbulences dans le passage de roues et donc la résistance à l'air, ce qui profite directement à l'autonomie de la transmission électrique. De même, les nouveaux matériaux développés passent souvent de la piste de course à la voie publique. Le plastique renforcé de fibres de carbone, les procédés d'impression 3D

L'association académique de sport automobile Zurich AMZ de l'EPF Zurich n'est pas seulement très performante dans la Formula Student, elle détient également le record du monde de l'accélération de 0 à 100 km/h, et ce en moins d'une seconde. Photo: Colloque SAE



L'aérodynamique a toujours été essentielle dans le domaine de la course automobile, et elle est donc très coûteuse. Photo: Audi



La Mercedes-Benz EQXX a démontré l'importance de la résistance de l'air pour l'autonomie. Photo: Mercedes



Il est certes possible d'obtenir des forces down-force avec des ailerons arrière martiaux. Un diffuseur sur l'essieu arrière assure la force de pression à haute vitesse et donc une grande stabilité du véhicule. Photo: Porsche



Des roues entièrement carénées avec écrous centraux ont été transférées de la course automobile au concept-car Mercedes-Benz EQXX. L'aérodynamisme et donc la résistance à l'air diminuent ainsi sensiblement. Photo: Mercedes

pour les métaux ou les nouvelles colles pour la construction de carrosseries ne sont que quelques-uns des champs d'innovation dans ce domaine. De nombreux développements issus de la course automobile sont donc transférés à la grande série par les constructeurs et les fournisseurs automobiles et contribuent à convertir plus efficacement l'énergie motrice en propulsion. Le fait que la fascination pour le

sport motorisé ne soit pas en reste et que de nombreux passionnés vibrent lors des courses constitue une motivation supplémentaire pour se présenter à la compétition. Et si tant d'innovations sont possibles en Suisse, c'est grâce à la formation initiale et continue, tant sur le plan professionnel qu'académique. ●

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](http://www.auto-steuergeraete.ch)

**Vous cherchez, nous trouvons – Votre service de recherche pour pièces automobiles d'occasion**  
[www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch](http://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](http://www.fgs-fahrzeuge.ch)