

Auparavant, chaque voiture était équipée d'une boîte de vitesses. Son rôle étant de convertir le couple, la vitesse et le sens de rotation.

Les diagrammes de traction représentent les différences entre les caractéristiques du moteur à combustion et celles du moteur électrique.

Dans ces diagrammes de force de traction, les différences entre les caractéristiques des moteurs à combustion et des moteurs électriques apparaissent clairement. Ces exemples de diagrammes sont établis sur un moteur à combustion 3 cylindres de 55 kW ayant un couple maximal de 95 Nm et un régime maximal de 6600 min<sup>-1</sup> (diagramme gauche). Le (même) véhicule à moteur électrique dispose lui de 61 kW, 210 Nm et un régime maximal de 12'000 min<sup>-1</sup>.

## Diagramme de traction

Dans la partie inférieure des diagrammes, les lignes vertes indiquent les régimes moteur à différentes vitesses. Le véhicule à moteur thermique a 5 vitesses, celui avec un moteur électrique n'a qu'un seul engrenage. Les lignes bleues indiquent les résistances à l'avancement : résistance au roulement, puis roulement plus résistance aérodynamique et au-dessus, les résistances dues aux inclinaisons correspondantes. Bien qu'il s'agisse du même véhicule, les résistances à l'avancement des véhicules électriques sont nettement supérieures. Cela en raison du poids plus élevé de la batterie. La masse maximale du véhicule propulsé par un moteur à combustion est de 1290 kg, en revanche, le véhicule électrique pèse 1530 kg. Ces 250 kg se remarquent dans la résistance au roulement et celle due à l'inclinaison.

## Forces motrices

Les lignes rouges indiquent les forces motrices et démontrent les différentes caractéristiques entre le moteur à combustion et le moteur électrique. Le moteur électrique dispose déjà de son couple maximal à l'arrêt. Le moteur à combustion a besoin de 3000 à 4000 min<sup>-1</sup> pour l'atteindre. Pour cette raison, les véhicules équipés

de moteurs à combustion ont besoin d'un embrayage. Dans le BEV, le régulateur de courant est activé jusqu'à ce que le couple moteur soit supérieur au couple de résistance, puis la voiture commence à bouger. Il est cependant à relever que le couple est ensuite maintenu constant jusqu'à la puissance maximale. Dans l'exemple, ce point se situe à 2750 min<sup>-1</sup>.

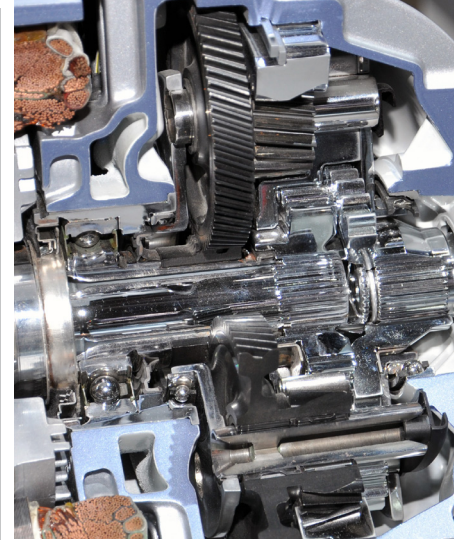
Après ce point, la plage d'affaiblissement du champ commence dans la machine électrique : le couple diminue proportionnellement à l'augmentation de la vitesse. La puissance du moteur est donc constante à partir de ce point de fonctionnement. Par conséquent, la courbe de force de traction rouge suit exactement l'hyperbole de force de traction idéale noire et s'arrête à la vitesse maximale prévue.

## Moteur à combustion

Le moteur à combustion fonctionne assez différemment avec sa courbe de couple, qui semble également plutôt modeste par rapport à celle du moteur électrique. Avec la plage de régime disponible, il n'est pas possible de démarrer avec le même rapport de démultiplication et d'atteindre une vitesse de pointe raisonnable. Selon le diagramme de traction, 150 km/h pourraient être atteints en troisième vitesse, mais la force de traction maximale n'est que de 1500 N. En première vitesse, une force trois fois plus élevée est obtenue (mais aussi trois fois moins de vitesse). Pour ces raisons, des boîtes de vitesses de 5 à 10 rapports sont disposées en aval des moteurs à combustion de sorte qu'une force suffisante puisse être transmise à n'importe quelle vitesse et que le moteur fonctionne à un régime raisonnable et efficace.

## E-Machine

Le moteur électrique a non seulement un couple de démarrage très élevé, mais également une plage de régime très large. Cela est clairement illustré dans le diagramme puissance-couple. Pour cette raison, le rapport de démultiplication peut être déterminé de telle sorte que les roues motrices n'aient pas tendance à patiner



Transmission et différentiel de l'Audi e-tron

lors du démarrage et que la vitesse de pointe soit correctement atteinte au régime maximal avec ce même rapport. Si ces valeurs sont trop éloignées, il est toujours possible d'installer une boîte de vitesses à plusieurs rapports.

Pour les véhicules électriques, une puissance horaire de 30 minutes est spécifiée dans l'homologation par type sous « Commentaires ». La puissance maximale doit être réduite après un certain laps de temps. Cela peut être dû à des causes thermiques dans l'accumulateur, dans l'électronique de puissance ou dans le moteur. Pour cette raison, la vitesse maximale du BEV ne se situe pas à l'intersection entre la force motrice rouge et la force de résistance à l'avancement bleue, mais plus à gauche.

Dans le cas des véhicules hybrides, les deux courbes de couple sont additionnées. Les deux systèmes moteurs aux caractéristiques différentes peuvent se soutenir mutuellement, s'ils sont reliés l'un à l'autre par un engrenage spécifique. Pour cette raison, les transmissions des véhicules hybrides sont particulièrement intéressantes.

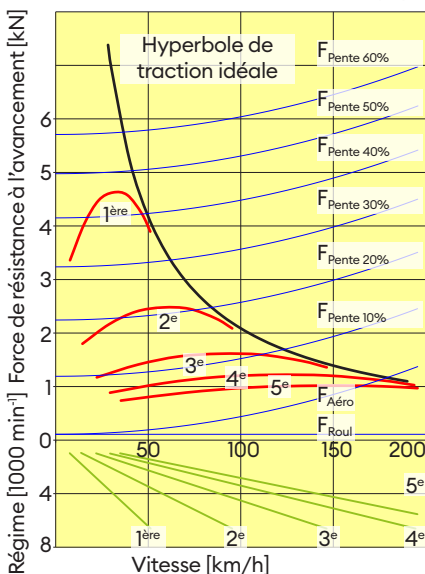


Diagramme de traction d'un véhicule à moteur thermique

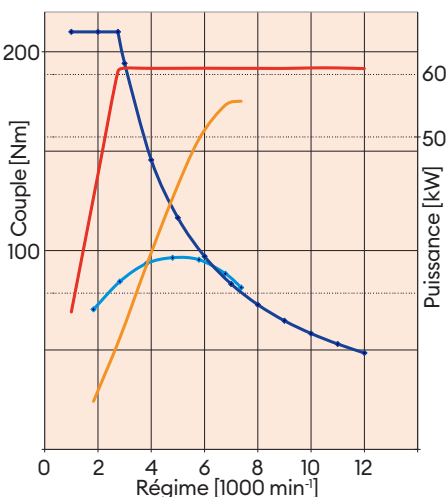


Diagramme puissance-couple. Le rouge et le bleu foncé indiquent la puissance et le couple de la machine électrique. L'orange et le bleu clair représentent la puissance et le couple du moteur thermique.

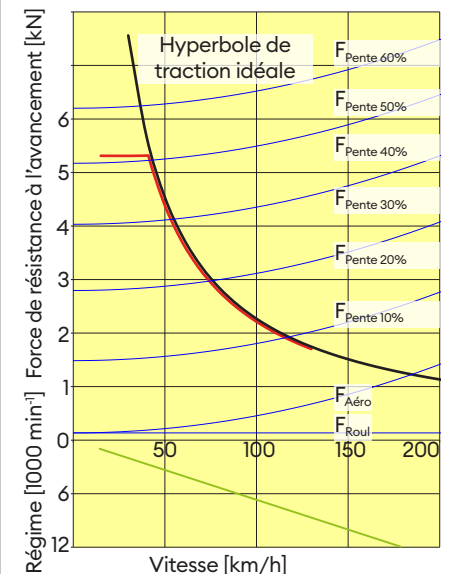


Diagramme de traction d'un BEV (Battery Electric Vehicle)