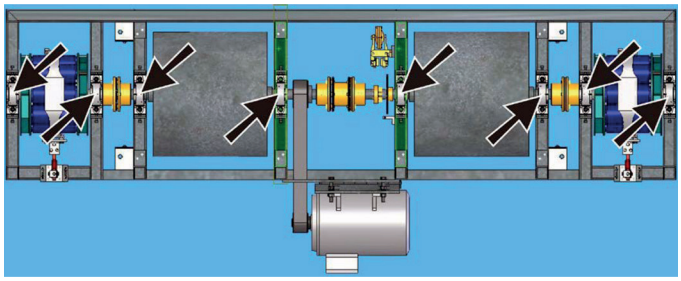
Banc de puissance: bases de la physique

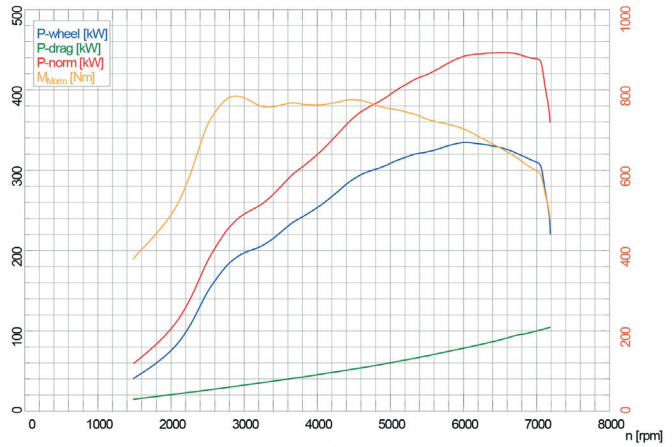
La mesure de la puissance d'un moteur en kW est un défi de taille. Si l'on dispose d'un moteur démonté et d'un banc d'essai correspondant, la mesure est plus simple, car les conditions ambiantes sont constantes et les influences de la chaîne cinématique (boîte de vitesses, arbres de transmission et pneus) disparaissent. En pratique, on détermine la puissance sur un banc d'essai à rouleaux. Pour ce faire, le véhicule et fixé à l'aide de sangles sur le banc d'essai. Lorsque le moteur est chaud, après avoir sélectionné un rapport élevé, le conducteur accélère à partir d'un régime d'environ 1000 à 1500 tr/min, correspondant à une vitesse d'environ 50 km/h, jusqu'au régime maximal. Ensuite, en sélectionnant le point mort, on laisse rouler le véhicule par inertie jusqu'à une vitesse inférieure à 30 km/h afin de déterminer la puissance de trainée. Cette opération est nécessaire afin de déterminer les pertes engendrées par la chaîne cinématique. La puissance du moteur est calculée en additionnant les valeurs mesurées de la puissance aux roues et de la puissance de trainée. Afin d'obtenir un résultat fiable, il est recommandé d'effectuer la mesure plusieurs fois.

Mesure au moyen de rouleaux

Les performances d'un moteur dépendent de nombreux facteurs. Il s'agit notamment de la température de l'huile et de l'essence, de la température de l'air d'admission, de l'humidité de l'air et de la pression atmosphérique. Les conditions de mesure sont régies par les normes DIN 70020, 80/1269/CEE et ECE-R 85. Le local de mesure ne permet pas de respecter les conditions prescrites. Le banc d'essai mesure donc les données environnementales et détermine un facteur de correction qui permet d'adapter le résultat de la mesure. Ce facteur de correction doit être le plus faible possible, car les voitures actuelles mesurent également les données environnementales qui permettent l'adaptation de la gestion du moteur. Enfin, il est évident qu'une mesure de puissance n'est pas, et ne pourra jamais être précise. Il s'agit d'une extrapolation que le banc d'essai effectue sur la base de valeurs mesurées. Le défi commence avec les pneus, qui doivent transmettre la force motrice aux rouleaux du banc d'essai avec le moins de glissement possible. Pour assurer cette transmission au mieux, les véhicules ne sont pas seulement fixés au moyen de sangles, mais véritablement comprimés sur le banc d'essai. Afin d'obtenir une valeur approximative de la perte de puissance par déformation et roulement des pneus, Maha calcule une puissance de 2,5 kW pour les pneus d'été et de 3,75 kW pour les pneus d'hiver. Un autre défi consiste à introduire suffisamment d'air de refroidissement à l'avant du véhicule et ainsi simuler un courant d'air. Pour que la température n'augmente pas trop, la puissance de refroidissement doit être environ 3 fois supérieure à la puissance du moteur, la soufflerie doit donc fournir plus de 50'000 m³ d'air par heure.



Les bancs d'essai à rouleaux pour la mesure de la puissance existent sous forme de bancs d'essai à rouleaux simples ou de crête (voir photo) ou à rouleaux doubles. Avec un rouleau simple ou de crête, la route est le mieux simulée et des vitesses plus élevées peuvent être atteintes. Les deux freins à courants de Foucault à gauche et à droite simulent les résistances à l'avancement. Pour que les résultats des mesures restent reproductibles pendant des années, les roulements du banc d'essai doivent être graissés au moins une fois par an (flèches).



Power data				Ambient data		
Corrected power 1)	P_{Norm}	446,2 kW / 606,7 BHP		Ambient temperature	$T_{Ambient}$	21,1 °C
Engine power	P_{Eng}	416,7 kW / 566,5 BHP		Intake air temperature	$T_{Intake\ air}$	22,5 °C
Wheel power	P_{Wheel}	327,8 kW / 445,7 BHP		Relative humidity	H_{Air}	34,1 %
Drag power	P_{Drag}	88,9 kW / 120,9 BHP		Air pressure	p_{Air}	939,7 hPa
Max. power at		6515 rpm / 255,1 km/h		Steam pressure	p_{Steam}	—,- hPa
Torque 1)	M_{Norm}	783,9 Nm		Oil temperature	T_{Oil}	—,- °C
Max. Torque at		2895 rpm / 113,4 km/h		Fuel temperature	T_{Fuel}	—,- °C
Max. attained RPM		7190 rpm / 281,5 km/h				

1) Correction acc. to EWG 80/1269
Correction factors: Q_y = 0,00 %

Slip			Rotating mass				
Speed no load	$v_{no\ load}$	—,- km/h	$a_{1\text{-}FA}$	—,— m/s²	$a_{1\text{-}RA}$	—,— m/s²
RPM no load	$n_{no\ load}$	—— rpm	$F_{1\text{-}FA}$	——,- N	$F_{1\text{-}RA}$	——,- N
Speed full load	$v_{full\ load}$	—,- km/h	$a_{2\text{-}FA}$	—,— m/s²	$a_{2\text{-}RA}$	—,— m/s²
RPM full load	$n_{full\ load}$	—— rpm	$F_{2\text{-}FA}$	——,- N	$F_{2\text{-}RA}$	——,- N
Slip		—,— %	$F_{rot\text{-}total\ \text{-}FA}$	——,- N	$F_{rot\text{-}total\ \text{-}RA}$	——,- N
			$m_{rot\text{-}total\text{-}FA}$	350,0 kg	$m_{rot\text{-}total\text{-}RA}$	350,0 kg
			$m_{rot\text{-}dyno\text{-}FA}$	280,0 kg	$m_{rot\text{-}dyno\text{-}RA}$	280,0 kg
			$m_{rot\text{-}vehicle\text{-}FA}$	70,0 kg	$m_{rot\text{-}vehicle\text{-}RA}$	70,0 kg

Pour la puissance à pleine charge, le véhicule est accéléré à partir d'environ 50 km/h jusqu'au régime moteur maximal. On procède ensuite au roulage au point mort afin de déterminer la puissance de traînée (pour la prise en compte des rendements). Le banc d'essai additionne la puissance de traînée (verte) à la puissance aux roues (bleue) pour calculer la puissance moteur selon la norme (en rouge, tenant compte de la correction de grandeurs environnementales). Il s'agit d'une extrapolation.

Puissance *P* = Couple *M* x Régime *n* / 9550

Les rouleaux ne mesurent toutefois pas la puissance, mais le couple engendrant leur rotation. Celui-ci est multiplié par la vitesse de rotation et divisé par le facteur de conversion 9550. Le facteur de conversion est dû à l'unité 1/min (facteur 60 pour 1/s), au mouvement circulaire (facteur 2π) et à l'indication en kW au lieu de W (facteur 1000). En multipliant 60 par 1000 et en divisant ensuite par 2π, on obtient le facteur 9550. Le banc d'essai mesure sur chaque roue motrice (2 pour un véhicule traction ou propulsion et 4 pour une transmission intégrale) les différents couples, les additionne et réalise le diagramme de puissance.

Règle générale:
Un banc d'essai à rouleaux mesure la puissance du moteur de façon indirecte. Lors d'une accélération à vitesse élevée, le banc d'essai mesure la puissance aux roues et celle de traînée afin de calculer la puissance du moteur. Le rendement de la transmission, les conditions environnementales et le glissement des pneus sont déterminants pour l'évaluation.

Objectif :	Explication de l'objectif:
MA 2.5.06	Vous appliquez vos connaissances de bases de la physique en relation avec la chaîne cinématique.
MM 2.5.06	Identique.
AM -	Pas d'objectif.

Source : Maha
© A. Senger/U. Wartenweiler/trad. E. Schaer/ESA
Réalisé en 3.2023

Banc de puissance: bases de la physique

Questions sur le basic-sheet, le check.

1. Une mesure de la puissance du moteur d'une voiture de tourisme sur un banc d'essai à rouleaux est appelée mesure indirecte de la puissance. Qu'est-ce que cela signifie?

2. Pour quelle raison la mesure du banc d'essai est-elle modifiée par des facteurs de correction afin de correspondre à des conditions normales?

3. Expliquez le déroulement chronologique de la mesure de puissance sur un banc d'essai et justifiez chaque étape par des règles de la physique.

4. Comment le rendement de la chaîne cinématique est-il pris en compte dans la mesure?

5. Pourquoi la puissance de traînée augmente-t-elle avec la vitesse? Justifiez votre réponse.

© A. Senger/U. Wartenweiler/trad. E. Schaer/ESA