



Moteur Thermique - grandeurs et unités

BTS MV¹

Unités S.I. : J, W, m, kg, s, N

Puissance spécifique

Elle caractérise le niveau de performance d'un moteur thermique par sa puissance rapportée à 1 litre de cylindrée. Elle s'exprime pour le grand public en chevaux/litre de cylindrée.

$$P_{\text{spé}} = P_{\text{max}} / \text{cyl}$$

$P_{\text{spé}}$ = puissance spécifique (ch/L)
 P_{max} = puissance maxi (ch)
 Cyl = cylindrée (L)

Travail demandé :

Afin de comparer des moteurs par niveau de performance, complétez le tableau suivant :

	Moteur/ usage	Puissance maxi	cylindrée	puissance spécifique
1	TU5 (307 Peugeot) année 2000 - essence atmosphérique	110 ch	1587 cm ³	69,3 ch/L
2	EP6DT (308 Peugeot) année 2010 - essence suralimenté	149,9 ch	1598 cm ³	93,8 ch/L
3	Energy (RENAULT F1) année 2014 - suralimenté	600 ch	1600 cm ³	375 ch/L
4	AJK (AUDI A6) - V6 biturbo essence	168,9 kw	2,671 L	86 ch/L
5	F50H (moto YAMAHA)-	49,3 HP	996 cm ³	50,2 ch/L
6	W 16 quadri turbo (BUGATTI CHIRON) essence	1500 ch	8.000 cm ³	187,5 ch/L
7	cargo Tanker 500000T - 12 cyl Diesel 2 T	61000 ch	7,625 m ³	8 ch/L
8	AZQ (VW POLO) - 3 cyl essence	47 kw	1198 cm ³	53,3 ch/L
9	2.5 TDI (VW TOUAREG) - 4 cylindres diesel	128 kw	2460 cm ³	70,7 ch/L
10	DUCATI (superbike) - bi cylindres	157 ch	955 cm ³	164,39 ch/L
11	YAMAHA F21 - bicylindres	110 ch	998 cm ³	110,22 ch/L
12	Harley Davidson (superglide) - bicylindres	65 ch	96 Ci	41,3 ch/L

Expliciter le calcul littéral, puis numérique pour les moteurs 1, 2 et 6

Moteur 1 :

$$P_{\text{spé}1} = \frac{P_{\text{max}1}}{\text{cyl}1} = \frac{110}{1,587} \approx 69,3 \text{ ch/L}$$



Moteur 2 :

$$P_{\text{max}2} = P_{\text{spé}2} \times \text{cyl}2 = 93,8 \times 1,598 \approx 149,9 \text{ ch}$$



$$\text{Moteur 5 : } 1 \text{ HP} = 1,014 \text{ CV} \Rightarrow P_{\text{spé}5} = \frac{P_{\text{max}5}}{\text{cyl}5} \approx \frac{49,3 \times 1,014}{0,996} \approx 50,2 \text{ ch/L}$$

Moteur 6 :

$$\text{cyl}6 = \frac{P_{\text{max}6}}{P_{\text{spé}6}} = \frac{1500}{187,5} = 8 \text{ Litres} = 8000 \text{ cm}^3$$

$$\text{Moteur 7 : } \text{cyl}7 = \frac{P_{\text{max}7}}{P_{\text{spé}7}} = \frac{61.000}{8} = 7625 \text{ Litres} = 7,625 \text{ m}^3$$

$$\text{Moteur 8 : } 1 \text{ cv} = 0,7355 \text{ kW} \Rightarrow P_{\text{spé}8} = \frac{P_{\text{max}8}}{\text{cyl}8} = \frac{47}{0,7355} \times \frac{1}{1,198} \approx 53,3 \text{ ch/L}$$

$$\text{Moteur 12 : } 1 \text{ Ci} = 2,54^3 \text{ cm}^3 \text{ (cubic inch)}$$

$$\Rightarrow P_{\text{spé}12} = \frac{P_{\text{max}12}}{\text{cyl}12} = \frac{65}{96 \times 2,54^3} \approx 0,0413 \text{ ch/cm}^3 \approx 41,3 \text{ ch/L}$$



Remarque 0 : Équivalences et changements d'unités

- 1 Ch $\approx$ 735,5w
- 1 KW $\approx$ 1,36 ch
- 1L = 1 dm³ = 1000 cm³
- 1mL = 1cm³
- 1 Cl= 1 cubic inch = 1 pouce³
- 1 pouce = 2.54cm
- 1 Cl= 2.54³ cm³ $\approx$ 16,39 cm³

			kL	hL	daL	L	dL	cL	mL		
m ³			dm ³			cm ³			mm ³		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
						1	5	8	7		
						0	9	9	6		

Remarque 1 :

- La puissance spécifique est un indicateur du niveau de contraintes thermiques et mécaniques subies par le moteur (donc de sa durabilité)

Remarque 2 :

- Plus la puissance spécifique est élevée, plus le rendement du moteur est bon (au mieux 35% pour un moteur diesel ...)
- Les constructeurs diminuent la cylindrée des moteurs et augmentent la puissance spécifique pour diminuer les consommations et les émissions de CO₂
- On appelle cette tendance le « down sizing »

Remarque 3 :

- Pour Les moteurs récents, les constructeurs cherchent à baisser les vitesses de rotation afin de diminuer les pertes internes par frottement qui évoluent avec le cube de la vitesse de rotation.
- On parle alors de « down speeding »

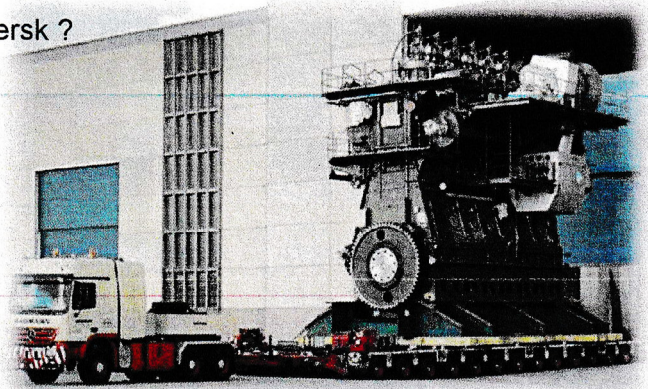
Remarque 4 :

- La suralimentation est un moyen très efficace pour augmenter la puissance spécifique (la grande majorité des moteurs modernes sont donc suralimentés avec une faible cylindrée et une faible vitesse de rotation maxi)

Puissance spécifique du moteur de cargo tanker Emma Maersk ?

moteur 4T -14 cylindres en ligne :

- Puissance maxi : 84,42 MW
- Couple : 7.600.000 Nm à 102 tr.mn⁻¹
- Alésage : 960 mm
- Course : 2500 mm
- Consommation : 272 l.mn⁻¹



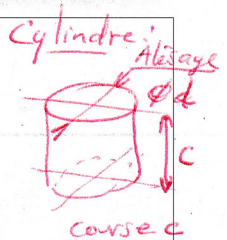
Déterminer :

- La cylindrée unitaire et totale, en litres et en m³

$$C_u = \pi r^2 \times c = \pi \frac{d^2}{4} \times c = \pi \times 960^2 \times 2500 \approx 7,238 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$C_u \approx 7,238,23 \text{ litres} \approx 7,238 \text{ m}^3$$

$$C_T \approx 7,238 \times 14 \approx 101,335 \text{ litres} \approx 101,3 \text{ m}^3$$



- La consommation de fuel sur un trajet de 7 jours à 38 km.h⁻¹, en litres et en m³

$$C_o \text{ en l/h, } V \text{ volume en l, temps } t \text{ en h : } C_o = \frac{V}{t} \Rightarrow V = C_o \times t$$

$$V = (272 \times 60) \times 1 = 16,320 \text{ l/h} \Rightarrow \text{en 7 jours} = 168 \text{ h : } V = 16320 \times 168$$

$$Rq1 : \text{distance} \rightarrow V = \frac{d}{t} \Rightarrow d = V \cdot t = 38 \times (7 \times 24) = 6384 \text{ km} = 2,741 \times 10^6 \text{ l}$$

$$Rq2 : \text{masse fuel lourd} \rightarrow \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V = 1,05 \times 2,741 = 2,878 \text{ Tonnes !!}$$

- La puissance spécifique

$$P_{sp} = \frac{P_{max}}{Cyl \cdot l} \approx \frac{84,420}{97355} \times \frac{1}{7238} \approx 15,8 \text{ cv/l !!}$$

Puissance massique

Elle caractérise le niveau de performance d'un véhicule par sa puissance rapportée à sa masse. Elle s'exprime en W.kg⁻¹ ou en ch.T⁻¹.

$$P_{mas} = P_{max} / m_{veh}$$

P_{mas} = puissance massique (W/kg)

P_{max} = puissance maxi (W)

m_{veh} = masse du véhicule (kg)

Travail demandé :

Afin de comparer des véhicules par niveau de performance, déterminer P_{mas} :

Pour une Renault Twingo : masse 820 kg, puissance maxi 60 ch

$$P_{mass} = \frac{60 \times 735,5}{820} \approx 53,8 \text{ W/kg}$$

Pour une Bugatti Veyron 16.4 : masse 1888 kg, puissance maxi 1001 ch

$$P_{mass} = \frac{1001 \times 735,5}{1888} \approx 390 \text{ W/kg}$$

0 à 100 km.h⁻¹

15,2 s

2,5 s

a = f(P_{mass}) ??



$$a = \frac{v}{t} = \frac{27,7}{15,2} = 1,82 \text{ (ms}^{-2}\text{)}$$



$$a = \frac{v}{t} = \frac{27,7}{2,5} = 11,1 \text{ (ms}^{-2}\text{)}$$

Pour le cargo Tanker Emma Maersk : masse 2,2.10⁵ T, puissance maxi 84,42 KW

$$P_{mass} = \frac{84,420 \times 10^3}{2,2 \times 10^8} \approx 0,38 \text{ W/kg !!}$$

$$\rightarrow \text{introduire } W = P \cdot t \Leftrightarrow P = \frac{W}{t}$$

$\frac{J}{(kWh)} \quad \frac{W}{(kW)} \quad \frac{s}{(h)}$

