

## COUPLE ET PUISSANCE ... EXPLICATION

Comment peut-on allier et assimiler le couple et la puissance ? Nombreux sont ceux qui se pose cette question Cela est tout-à-fait compréhensible puisque ces deux données sont universellement utilisées en mécanique. Faisons très "sobrement" un "arrêt sur image" là-dessus ...

Le couple s'exprime en **Newton mètre (Nm)** et la puissance en **Cheval vapeur (CV)** ou **Watt (W)** sachant que 1 CV = 736 Watts. Il n'est pas facile de départager ces deux grandeurs car elles sont liées l'une à l'autre ; essayons d'expliquer ...

En mécanique du solide, on appelle **couple** un ensemble de **deux forces parallèles**, de **sens contraires** et de **même intensité** (dont la **résultante** est **nulle**) mais dont le **moment total** est **non nul** ... Et la puissance est le résultat du produit du couple par la vitesse de rotation. Mathématiquement cela s'exprime ainsi :

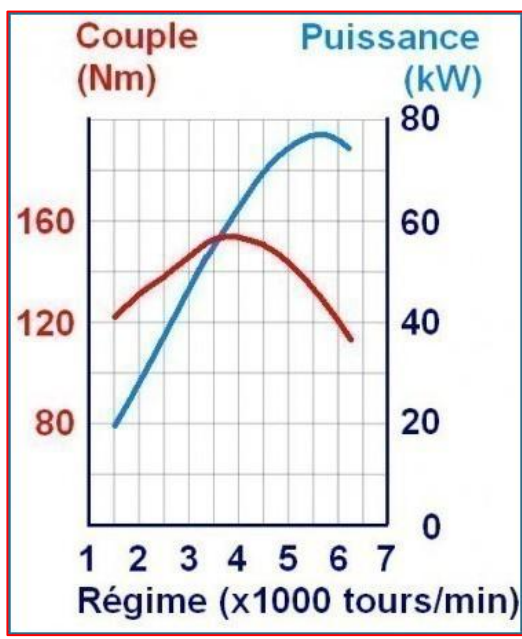
$$P(W) = C(Nm) \times \omega(rd/s) , \text{ or } 1 \text{ tr} = 2\pi \text{ rad} = 6,283 \text{ rad} ,$$

$$d'où P (\text{puissance en kW}) = 1/1000 \times C(Nm) \times 1/60 \times 2\pi$$

$$= C(Nm) \times V(\text{tr/mn}) \times 3,33 \cdot 10^{-5} \times \pi$$

$$= 10^{-5} \times 10,47 C(Nm) \times V(\text{tr/mn}) = P(kW)$$

En fait on a l'impression que les comparer est presque un non sens. Essayons de comprendre tout cela avec une expérience pratique ; essayons d'arrêter avec les doigts un moteur électrique



de faible puissance (un petit ventilateur, un moteur électrique d'un jeu de construction Mécano etc ..) ; il a beau tourner vite (disons 240 tours/min, soit 4 tours par seconde) , on peut tout de même l'arrêter facilement sans trop se faire mal ; cela parce que son couple n'est pas très important, et donc aussi par déduction sa puissance en Watt (c'est le cas des petits moteurs électriques pour jouet et autres) ; en revanche, si à une même vitesse (240 t/min) je n'arrive pas à l'arrêter (exemple de la perceuse), c'est que son couple est plus important, ce qui implique également une puissance finale plus importante (les deux sont liés mathématiquement) ; pourtant la vitesse reste la même ; donc ici, en augmentant le couple du moteur j'accrois sa puissance en sachant que Puissance = Couple x Vitesse de rotation .

Pour une même puissance donnée, je peux donc avoir soit :

- un moteur qui tourne doucement (1 tour par seconde par exemple) avec un couple important qui sera un peu plus difficile à stopper avec les doigts (il ne va pas vite mais son couple important lui confère une force non négligeable)
- un moteur tournant à 4 t/seconde mais avec un couple moins important. Il compense ici son faible couple par une vitesse supérieure qui lui octroie une inertie plus importante. Mais il sera plus simple à arrêter avec vos doigts malgré sa vitesse supérieure.

Finalement, les deux moteurs ont la même puissance mais ne fonctionnent pas de la même façon (la puissance arrive de manière différente) ; l'exemple est incomplet puisqu'il se limite à un régime donné ; si l'on prend une voiture le régime change tout le temps et là on trouve ces fameuses courbes de puissance et de couple ; on constate qu'il y a des machines qui tournent "doucement" et d'autres "rapidement" ... c'est un peu la différence qu'il y a entre un diesel et une essence.

C'est aussi pour cela que les camions ont un moteur diesel, car le couple arrive fort dans un diesel, au détriment de sa vitesse de rotation (régime moteur maxi bien moins élevé) ; il faut en effet pouvoir avancer doucement malgré une remorque très lourde sans avoir à faire gronder le moteur, ce qui serait le cas avec un moteur à essence (il faudrait monter le régime et jouer avec l'embrayage). Un moteur diesel envoie un max de couple dès les bas régimes, ce qui permet de tracter plus facilement et de décoller plus facilement le véhicule à l'arrêt.

La puissance arrive de manière différente sur un diesel : la poussée ressentie est plus forte sur un diesel (par rapport à un essence de même puissance) mais elle dure moins longtemps (plage de régime bien inférieure). On a donc généralement l'impression qu'un moteur diesel pousse plus fort qu'un essence de même puissance. Cependant, ce n'est pas exactement le cas puisque c'est plutôt la manière dont arrive la puissance qui est différente, plus "étalée" sur un moteur à essence. Et puis la généralisation des turbos contribuent encore plus à creuser l'écart ...

En effet, il ne faut pas se borner à se focaliser sur le couple, c'est la puissance qui compte ! Un diesel aura plus de couple car sa puissance est délivrée sur une plus petite plage de régime. Donc en gros (en prenant des chiffres totalement au hasard), si j'étale (voir le tracé des courbes) 100 ch sur 4000 tours minute (une petite plage façon diesel), ma courbe de couple sera située sur une plus petite zone, il faudra donc que le couple maximal soit plus grand (à un régime précis, car le couple change d'un régime à l'autre) pour égaler un moteur essence dont la puissance de 100 ch va s'étaler sur 6500 tours (la courbe de couple sera donc logiquement plus plate, la faisant grimper moins haut).

Donc au lieu de dire qu'un diesel a plus de couple, il faut plutôt préciser que celui-ci n'arrive pas de la même manière, et que c'est le facteur puissance qui est décisif dans les performances d'un moteur (pas le couple).

Un moteur diesel moderne suralimenté aura l'avantage d'avoir un couple bien plus important à bas régime (pas besoin de cravacher dans les tours pour avoir "du punch", c'est parfait pour les camions), la consommation sera inférieure (meilleur rendement) et donc utile pour ceux qui roulent beaucoup.

Dans les moteurs diesel, le carburant brûle en continu dès son introduction à l'intérieur du cylindre, assurant ce couple élevé à faible rotation. Ceci améliore la traction du véhicule, sa dynamique et sa maniabilité.

