

1. LA VITESSE

2. LES COMPTEURS DE VITESSE

3. QUELQUES RELATIONS ENTRE GRANDEURS

1. LA VITESSE

Tout conducteur sait ou croit savoir ce qu'est la vitesse. Mais attention ! De quelle vitesse parle-t-on ? Car il en existe plusieurs définitions !...

La vitesse moyenne...

Elle ne se mesure pas mais se calcule, et uniquement après être arrivé à destination ! Le calcul en question nécessite de connaître la distance réellement parcourue et la durée totale du trajet, mesurée "de porte à porte".

La vitesse instantanée...

C'est la vitesse d'un mobile à un instant donné. Mais comment mesurer cette vitesse ? Le cinémomètre le plus précis à ce jour utilise l'effet Doppler-Fizeau : l'appareil mesure le décalage de fréquence selon la vitesse à laquelle la voiture se rapproche ou s'éloigne de sa source (principe du "radar").

La vitesse "compteur"...

C'est la vitesse indiquée au tachymètre, appareil obligatoire pour tous les véhicules à moteur. Cette valeur inclue une incertitude généralement comprise entre 0 et 3 % pour les voitures de tourisme. L'incertitude augmente avec l'usure des pneumatiques, le déficit de pression ou la charge supportée par les roues.

La vitesse réelle, dite vitesse "chrono"...

C'est la vitesse que pourrait mesurer un cinémomètre pareil à ceux qui prolifèrent au bord des routes... C'est aussi la vitesse indiquée au compteur diminuée de l'incertitude, lorsque celle-ci est connue.

Comment calculer cette incertitude ? Un simple chronomètre suffit ! En mesurant le temps nécessaire pour parcourir la distance d'un kilomètre à vitesse stabilisée, on calcule d'abord la vitesse réelle, pour cette raison appelée également vitesse "chrono", puis on en déduit l'incertitude du compteur.

Exemple : la vitesse réelle d'une voiture ayant parcouru la distance d'un kilomètre en 36 secondes est de $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Si le compteur indiquait $103 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, l'incertitude est de + 3 %.

À noter qu'une incertitude identique affecte à la fois les indications de l'odomètre et celles de l'ordinateur de bord.

La vitesse “maxi”...

C'est la vitesse que la voiture peut théoriquement atteindre lorsque le moteur délivre sa puissance maximale, à condition que le conducteur ait engagé le dernier rapport de transmission et gardé le pied à fond sur l'accélérateur.

Si le constructeur est honnête, la valeur indiquée sur les catalogues est une vitesse “chrono”. Sinon, c'est une vitesse compteur ou une valeur théorique que la voiture n'atteindra jamais...

En fait, le seul véritable intérêt de la vitesse maximale est de permettre le calcul rapide et facile de ce qu'on appelle la vitesse de croisière...

La vitesse de croisière...

Bien que peu valorisante, c'est la donnée technique la plus intéressante pour qui veut ménager sa monture, abaisser le prix de revient des kilomètres et leur impact sur l'environnement.

En effet, la vitesse de croisière se définit comme la vitesse que le moteur pourrait maintenir presque indéfiniment, tout en optimisant la sollicitation des organes mécaniques, la consommation de carburant et les émissions polluantes.

Cette vitesse est atteinte au régime de couple maximum sur une plage de régime d'environ 500 tr.min^{-1} , ce qui autorise une fourchette d'environ 20 km.h^{-1} . Au-dessus ou en dessous, le rendement du moteur diminue de manière significative.

Bien que jamais indiquée par les constructeurs, cette plage de vitesse est facile à situer : dans la plupart des cas, elle débute approximativement à la moitié de la vitesse maximale (moteur diesel) ou aux deux-tiers de la vitesse maximale (moteur à essence).

Exemples :

- la vitesse de croisière d'une voiture diesel capable d'atteindre 180 km.h^{-1} en pointe se situe entre 90 et 110 km.h^{-1} . En respectant cette plage de vitesse sur les longs trajets autoroutiers, l'usure mécanique, la consommation de carburant et les émissions polluantes sont réduites au minimum.

- la vitesse de croisière d'une voiture à essence capable d'atteindre 180 km.h^{-1} en pointe se situe autour de 120 km.h^{-1} . En respectant cette vitesse sur les longs trajets autoroutiers, l'usure mécanique, la consommation de carburant et les émissions polluantes sont réduites au minimum.

ASSOCIATION ADILCA www.adilca.com * * *

2. LES COMPTEURS DE VITESSE

Les compteurs de vitesse (ou tachymètres) font partie des équipements obligatoires à bord des véhicules terrestres à moteur. Voici les questions que tout le monde se pose à leur sujet.

Pourquoi les compteurs sont-ils gradués en kilomètres par heure⁽¹⁾ ?

C'est une tradition qui remonte aux débuts de l'automobile, à une époque où les appareils installés à bord des voitures fonctionnaient de manière rudimentaire et manquaient de précision. Il fut alors jugé plus simple d'indiquer la vitesse en kilomètres par heure et la tradition perdure depuis.

Les compteurs sont-ils précis ?

Oui, mais ce ne sont pas des instruments de mesure, seulement des indicateurs (de vitesse !).

L'incertitude des compteurs des voitures modernes est comprise entre 0 et + 3 % (compteurs numériques utilisant les données des capteurs ABS), elle peut atteindre + 5 % pour les voitures plus anciennes dont le compteur est entraîné par un câble en rotation.

Exemple : une incertitude de + 2 % signifie que, lorsque le compteur indique 102 km/h, la vitesse réelle est 100 km/h.

Logiquement, cette incertitude va dans le sens de la sécurité, ce qui signifie que la vitesse indiquée au compteur est toujours, soit égale, soit légèrement supérieure à la vitesse réelle, jamais l'inverse.

Comment calculer cette incertitude ?

Pour calculer l'incertitude d'un compteur, il suffit de chronométrer le temps nécessaire pour parcourir la distance d'un kilomètre à vitesse stabilisée⁽²⁾.

La vitesse réelle (dite aussi "vitesse chrono") se calcule ensuite très facilement, d'où on peut déduire l'incertitude.

Exemple : si une voiture parcourt la distance d'un kilomètre en 37,5 secondes avec le compteur calé sur 100, sa vitesse réelle est 96 km/h ; l'incertitude du compteur est alors de + 4,16 %.

L'incertitude peut-elle varier ?

Cette incertitude évolue, étant donné que l'appareil calcule la vitesse de la voiture à partir de la vitesse de rotation des roues et de la valeur maximale de circonférence des pneumatiques.

Or des pneus usés développent une circonférence plus réduite ; dans ce cas l'incertitude du compteur est légèrement accrue.

Pourquoi distinguer l'incertitude du compteur et l'approximation de l'affichage ?

L'approximation de l'affichage ne concerne que les compteurs numériques. On distingue les deux phénomènes car ils n'ont aucun rapport, même si l'approximation de l'affichage est incluse dans l'incertitude globale.

Les capteurs ABS, désormais incorporés aux roulements de roues, transmettent leurs informations par dixièmes de km/h mais, pour simplifier la lecture des compteurs, ces dixièmes ne sont pas pris en compte par le logiciel d'affichage.

Exemple : le compteur affiche 100 km/h quand la valeur transmise par le capteur est comprise entre 99,5 et 100,4 inclus. Si la valeur transmise passe à 100,5 le compteur affiche alors 101 km/h. Si elle tombe à 99,4 il affiche 99 km/h, etc.

Peut-on se fier à la vitesse indiquée par le GPS ?

La fonction d'un GPS ("*Global Positioning System*") n'est pas d'indiquer la vitesse mais la position géographique, à 10 mètres près et c'est déjà pas mal (le système européen GALILÉE promet d'être 10 fois plus précis).

Problèmes :

- cette localisation n'est pas instantanée car l'appareil doit calculer la position géographique à partir de signaux fournis par trois ou quatre satellites ;
- la vitesse indiquée est une vitesse moyenne calculée à partir des deux dernières positions mémorisées dans l'appareil, d'où un décalage de quelques secondes entre la progression de la voiture et l'affichage de sa vitesse à l'écran ;
- l'appareil procède comme si cette distance était parcourue à vol d'oiseau, il ne tient pas compte du tracé de la route ni de la trajectoire réelle de la voiture.

Les cinémomètres sont-ils précis ?

Les cinémomètres utilisent l'effet Doppler-Fizeau⁽³⁾ qui consiste à émettre un signal électromagnétique pour mesurer le décalage de fréquence selon la vitesse à laquelle le véhicule se rapproche ou s'éloigne de la source.

Ces appareils offrent une très grande précision, à condition d'être correctement orientés par rapport à l'axe de circulation des véhicules ; la vitesse est alors mesurée à 0,1 km/h près mais, pour en simplifier l'utilisation par les Forces de l'ordre, la décimale n'est pas affichée. De plus, pour ne pas pénaliser les conducteurs, les valeurs ne sont pas arrondies.

Exemple : le radar affiche 100 km/h quand la vitesse mesurée est comprise entre 100,0 et 100,9 km/h inclus. Si la vitesse mesurée est 101,0 km/h, le radar affiche 101 km/h. Si la vitesse mesurée est 99,9 km/h, le radar affiche 99 km/h, etc.

Quelle est l'incidence de l'orientation des radars ?

Les cinémomètres à rayonnement électromagnétique émettent à courte distance (moins de trente mètres) et sont programmés pour fonctionner avec une orientation précise de 25° ($\pm 0,5$) par rapport à l'axe de circulation des véhicules. En dessous de cette valeur, la vitesse enregistrée est supérieure à la vitesse réelle, au-dessus elle est inférieure.

Exemple : avec un angle nul (hypothèse extrême, car cela supposerait que l'appareil soit posé sur le bitume en plein milieu de la voie de circulation), le radar afficherait 55 km/h pour une vitesse réelle de 50 km/h, 110 km/h pour une vitesse réelle de 100 km/h et 143 km/h pour une vitesse réelle de 130 km/h.

Avec un angle de 20° par rapport à l'axe de circulation, le radar affiche 51 km/h pour une vitesse réelle de 50 km/h, 103 km/h pour une vitesse réelle de 100 km/h et 134 km/h pour une vitesse réelle de 130 km/h.

Mais avec un angle de 30°, il affiche alors 47 km/h pour une vitesse réelle de 50 km/h, 95 km/h pour une vitesse réelle de 100 km/h et 124 km/h pour une vitesse réelle de 130 km/h.

Attention ! Les cinémomètres à rayon laser ne sont pas concernés : conçus pour mesurer la vitesse à hauteur d'homme dans l'axe de circulation des véhicules jusqu'à 400 mètres de distance, l'incertitude liée au déport est négligeable.

Exemple : pour une visée effectuée à 400 mètres, un déport (horizontal ou vertical) de 6 mètres n'affecte la précision de la mesure que d'environ 0,11 ‰ au bénéfice du conducteur, autant dire : rien.

Le même déport pour une visée à 100 mètres minore la vitesse réelle d'environ 0,18 % : l'appareil enregistre alors 49,9 km/h pour une vitesse réelle de 50 km/h (dans ce cas, l'écran de lecture n'affiche que 49 km/h puisqu'il supprime la décimale sans arrondir la valeur), 89,8 km/h pour une vitesse réelle de 90 km/h (89 km/h affichés sur l'écran), 129,8 km/h pour une vitesse réelle de 130 km/h (129 km/h affichés sur l'écran).

Changer l'unité de vitesse, quel intérêt ?

Les compteurs sont traditionnellement gradués en kilomètres par heure bien que, depuis 1954, l'unité internationale de vitesse soit le mètre par seconde⁽⁴⁾. L'usage des unités du Système International⁽⁵⁾ est certes obligatoire partout dans le monde et notamment en France depuis 1961, mais ce n'est pas la raison principale.

Notre relation à l'espace et au temps a considérablement évolué en quelques années. Cela a des répercussions sur la conduite automobile, car il est difficile de se représenter des grandeurs exprimées en kilomètres par heure.

Le changement d'unité n'aurait probablement que des avantages :

- les tachymètres actuels entretiennent la confusion entre vitesse moyenne et vitesse instantanée ; si la vitesse moyenne peut s'exprimer en kilomètres par heure, ce n'est évidemment pas le cas de la vitesse instantanée ;
- pour le conducteur, la notion de vitesse n'a d'intérêt que par rapport à l'environnement immédiat dans lequel il évolue : les deux échelles les mieux adaptées à cet environnement sont le mètre et la seconde ;
- l'esprit de sécurité pourrait être encouragé, par exemple en incorporant aux tachymètres un témoin sonore ou lumineux scandant la seconde, le conducteur disposant ainsi d'un repère d'espace-temps fiable.
- par un effet purement mécanique, la lisibilité des compteurs serait améliorée.

La modification serait-elle coûteuse ?

S'agissant des compteurs à aiguille, il suffirait simplement de changer le fond du cadran. Pour les compteurs numériques, il suffirait d'une petite modification du logiciel d'affichage n'entraînant pas de surcoût.

De telles modifications existent déjà sur les modèles exportés vers les pays qui utilisent d'autres unités. Comme par exemple la Grande-Bretagne et les États-Unis, pays où la vitesse s'exprime en *miles per hour*⁽⁶⁾.

Quelles sont les autres évolutions à attendre ?

Les évolutions concernent plutôt les ordinateurs de bord qui se contentent pour l'instant d'indiquer la consommation instantanée, la vitesse moyenne et... la température extérieure !

Leur fonctionnalité pourrait être considérablement enrichie par des informations telles que la distance de sécurité, la distance parcourue pendant le temps de réaction (mouvement accélérateur-frein), la distance de freinage, les décélérations, les accélérations transversales...

En effet, les voitures modernes sont toutes équipées des capteurs nécessaires au fonctionnement des différentes aides électroniques à la conduite (voir dossier ADILCA "électronique") :

- capteur de distance de sécurité (régulateur de vitesse adaptatif ACC),
- capteurs de vitesse des roues (système anti-blocage de frein ABS),
- capteur de décélération (répartition électronique du freinage EBV),
- capteurs d'action sur les commandes d'accélérateur et de frein (aide au freinage d'urgence BAS),
- capteur d'action sur la commande de direction et gyromètre (contrôle électronique de trajectoire ESP).

Leur affichage en clair est d'ores et déjà possible sans modification majeure. Reliées à un tachymètre gradué en mètres par seconde, ces informations seraient autant d'éléments concrets permettant au conducteur d'évaluer la qualité de ses réactions.

Quelles sont les règles de conversion des unités de vitesse ?

L'équivalence entre les unités de vitesse est la suivante :

- 1 kilomètre = 1 000 mètres ;
- 1 heure = 3 600 secondes ;
- 1 kilomètre par heure = 0,277 mètre par seconde ;
- 1 mètre par seconde = 3,6 kilomètres par heure.

Relation 1 pour transformer des kilomètres par heure en mètres par seconde :

$$v = V / 3,6$$

v : vitesse exprimée en mètres par seconde,

V : vitesse exprimée en kilomètres par heure,

Exemple :

si V = 90 km/h, $v = 90 / 3,6 = 25$ mètres par seconde.

Relation 2 pour transformer des mètres par seconde en kilomètres par heure :

$$V = v \times 3,6$$

V : vitesse exprimée en kilomètres par heure,

v : vitesse exprimée en mètres par seconde,

Exemple :

si v = 25 m/s, $V = 25 \times 3,6 = 90$ kilomètres par heure.

Le tableau suivant donne l'équivalence entre km/h et m/s :

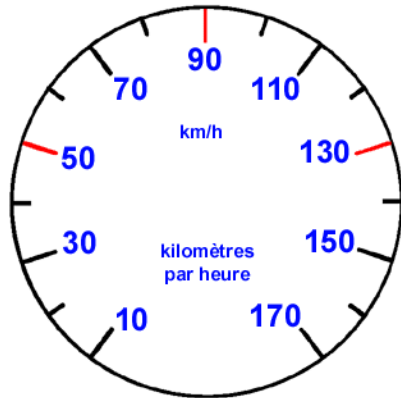
km/h	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
m/s	2,8	5,6	8,3	11,1	13,9	16,7	19,4	22,2	25	27,8	30,6	33,3	36,1

Et inversement :

m/s	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
km/h	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180

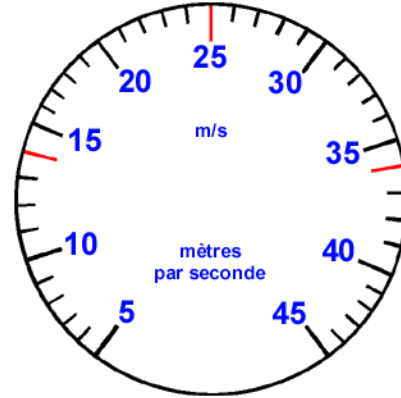
A quoi pourraient ressembler les compteurs du futur ?

A ceci :



© association adilca reproduction interdite

compteur classique.



compteur moderne.

(1) Le kilomètre par heure (symbole **km/h** ou **km.h⁻¹**), unité de vitesse d'usage courant dans les pays familiarisés avec le système métrique, est la vitesse d'un mobile qui parcourt 1 kilomètre en 1 heure.

(2) Ce chronométrage doit être effectué sur une portion de route rectiligne afin de supprimer l'imprécision liée à la sinuosité du tracé. Par ailleurs, afin de garantir une vitesse parfaitement constante, il est préférable de s'aider du régulateur de vitesse.

(3) Des noms de Christian DOPPLER, physicien autrichien (1803-1859), célèbre pour ses travaux d'optique, et Hippolyte FIZEAU, physicien français (1819-1896), le premier à mesurer la vitesse de la lumière, grâce à un montage particulièrement astucieux (1849).

(4) Le mètre par seconde (symbole **m/s** ou **m.s⁻¹**), unité de vitesse du Système International, est la vitesse d'un mobile qui parcourt 1 mètre en 1 seconde.

(5) Système International d'unités (symbole **SI**), système d'unités cohérentes créé en 1954 sur les bases du système métrique, adopté par la France en 1961 et utilisé dans le monde entier. Ces unités sont dites cohérentes parce qu'elles peuvent se combiner entre elles. Leur usage est désormais obligatoire notamment dans l'industrie, la recherche et l'enseignement.

(6) Le mile per hour (symbole **mph**), unité de vitesse d'usage courant dans les pays anglo-saxons, est la vitesse d'un mobile qui parcourt 1 mile en 1 heure (1 mile = 1 609,34 mètres).

ASSOCIATION ADILCA www.adilca.com * * *

3. QUELQUES RELATIONS ENTRE GRANDEURS

Vitesse moyenne :

$$V = D / T$$

V : vitesse moyenne, exprimée en **km.h⁻¹**

D : distance parcourue, exprimée en **km**

T : temps, exprimé en **h**

cohérence des unités : $V = \text{km} \cdot \text{h}^{-1} = \text{km.h}^{-1}$

Exemple : calculons la vitesse moyenne d'une voiture ayant parcouru une distance de 300 km en 5 heures :

$$V = 300 / 5 = 60 \text{ km.h}^{-1}$$

Vitesse "chrono" :

$$v = d \cdot 3\,600 / t$$

v : vitesse "chrono", exprimée en **km.h⁻¹**

d : distance parcourue à vitesse stabilisée, exprimée en **km**

3 600 : nombre de secondes écoulées en une heure, exprimé en **s.h⁻¹**

t : temps nécessaire pour parcourir cette distance, exprimé en **s**

cohérence des unités : $v = \text{km} \cdot \text{s.h}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = \text{km.h}^{-1}$

Exemple 1 : calculons la vitesse "chrono" d'une voiture ayant parcouru la distance d'un kilomètre à vitesse stabilisée en 36 secondes :

$$v = 1 \times 3\,600 / 36 = 100 \text{ km.h}^{-1}$$

Durée d'un trajet :

$$T = D / V$$

T : durée du trajet, exprimée en **h**

D : longueur du trajet, exprimée en **km**

V : vitesse moyenne, exprimée en **km.h⁻¹**

cohérence des unités : $T = \text{km} \cdot (\text{km.h}^{-1})^{-1} = \text{h}$

Exemple : calculons la durée d'un trajet de 100 kilomètres parcouru à la vitesse moyenne de 120 km.h⁻¹ :

$$T = 100 / 120 = 0,833 \text{ heure} = 50 \text{ minutes.}$$

ASSOCIATION ADILCA www.adilca.com * * *