

LES COLLISIONS ENTRE VÉHICULES

Quel est le rôle de la masse dans un choc frontal entre deux véhicules ? Quel est le rôle de la vitesse ? Quelle est la force délivrée par chacun des deux véhicules ?

Voici quelques éléments de réponses pour mieux comprendre la manière dont se déroulent les collisions.

Préambule : les collisions entre deux véhicules s'étudient à partir de la *quantité de mouvement*. Cette grandeur physique spécifique est le produit de la masse par la vitesse initiale (vitesse juste avant la collision) et s'exprime en *kilogramme-mètre par seconde* (symbole **kg·m·s⁻¹**). Les quantités de mouvement se retranchent en cas de choc frontal, elles s'additionnent en cas de choc avant-arrière.

Les masses et quantités de mouvement permettent de calculer la *vitesse résiduelle*, c'est-à-dire la vitesse juste après la collision. Cette vitesse est identique pour les deux véhicules si on considère que ceux-ci se sont fondus l'un dans l'autre pour ne plus former qu'une seule masse.

La comparaison entre la vitesse résiduelle et la vitesse initiale permet ensuite de calculer la *variation de vitesse* propre à chacun des deux véhicules.

La variation de vitesse combinée à la durée de la collision permet de calculer la *décélération* de chacun des deux véhicules en cas de choc frontal, ou l'*accélération* du véhicule percuté à l'arrière en cas de choc avant-arrière. Cette grandeur renseigne sur la violence de la collision et permet d'en évaluer les conséquences pour les passagers.

La durée de la collision se définit comme le temps durant lequel les carrosseries se déforment. C'est une grandeur variable impossible à mesurer directement mais qu'on peut estimer à partir de données enregistrées lors de crash-tests. Son choix arbitraire a peu d'importance puisque cette durée est évidemment identique pour chacun des deux véhicules impliqués. Les valeurs retenues vont de 4 centièmes de seconde pour les chocs arrière à 10 centièmes de seconde pour les chocs frontaux.

En combinant la masse et la décélération, il est en outre possible de calculer la *force* délivrée par chacun des deux véhicules durant la collision. Cette force est toujours d'une intensité égale pour chacun des deux véhicules impliqués mais, afin d'éviter toute ambiguïté ou toute interprétation erronée, rappelons que, quelles que soient les circonstances, le poids et la masse des véhicules restent toujours des grandeurs constantes et invariables.

Enfin, pour estimer les éventuelles conséquences d'une collision sur les passagers d'un véhicule, rappelons la relation entre la décélération (ou l'accélération) et les dommages corporels subis :

- jusqu'à 100 m.s^{-2} , la décélération est supportable pour des passagers jeunes, en bonne santé et ceinturés.

- à partir de 150 m.s^{-2} , il existe un fort risque d'hémorragie interne avec lésions au visage et aux membres.

- au delà de 200 m.s^{-2} , il n'y a aucune chance de survie.

Dernière précision : le mécanisme des collisions est indépendant du référentiel considéré. Autrement dit, une collision sur la Lune se déroulerait de la même manière et produirait les mêmes effets que sur la Terre.

Nous n'indiquons ici que les résultats chiffrés calculés en fonction de cinq hypothèses retenues. Les lecteurs intéressés par les différents modes de calculs et leurs explications détaillées se reporteront au chapitre 21 du "GUIDE DES LOIS PHYSIQUES DE L'AUTOMOBILE".

1^{ère} hypothèse : une voiture de masse 1300 kilogrammes est heurtée de face et de plein fouet par un 4x4 de masse 2600 kilogrammes, les deux véhicules circulant à 50 km.h^{-1} .

a) vitesse résiduelle : $16,8 \text{ km.h}^{-1}$

Cette vitesse s'observe dans le sens de circulation du 4x4.

b) variations de vitesse :

La vitesse du 4x4 passe de $+50$ à $+16,8 \text{ km.h}^{-1}$, celle de la voiture de $+50$ à $-16,8 \text{ km.h}^{-1}$.

c) décélération :

* 4x4 = 93 m.s^{-2}

* voiture = 187 m.s^{-2}

d) force délivrée par chacune des 2 voitures : 242 000 newtons.

Conclusion :

- contrairement à une idée reçue, les vitesses initiales ne s'additionnent pas.
- la différence de masse conditionne l'intensité de la décélération au détriment du véhicule le plus léger.

2^{ème} hypothèse : deux voitures identiques de masse 1300 kilogrammes se heurtent de face et de plein fouet, l'une circulant à 50 km.h⁻¹, l'autre à 70 km.h⁻¹.

a) vitesse résiduelle : 9,7 km.h⁻¹

Cette vitesse s'observe dans le sens de circulation de la voiture ayant la vitesse initiale la plus élevée.

b) variations de vitesse :

La voiture ayant la vitesse initiale la plus élevée voit sa vitesse varier de +70 à +9,7 km.h⁻¹, l'autre voiture voit sa vitesse varier de +50 à -9,7 km.h⁻¹.

c) décélération :

Cette valeur est identique pour chacune des 2 voitures : 167 m.s⁻².

d) force délivrée par chacune des 2 voitures : 217 000 newtons.

Conclusion :

- deux véhicules de même masse subissent toujours une décélération identique, que leurs vitesses initiales soient égales ou pas. Ceci démontre *a contrario* que la différence de masse est bien un facteur d'inégalité des collisions.

- cette décélération est fonction de la vitesse initiale la plus élevée (dans cet exemple, dommages corporels probables dans les deux voitures).

3^{ème} hypothèse : un camion de masse 19 tonnes (19 000 kilogrammes) circulant à 90 km.h⁻¹ est heurté à l'arrière par une voiture de masse 1500 kilogrammes circulant à 130 km.h⁻¹.

a) vitesse résiduelle : 92,9 km.h⁻¹

b) variations de vitesse :

La vitesse du camion passe de +90 à +92,9 km.h⁻¹, celle de la voiture de +130 à +92,9 km.h⁻¹.

c) accélération ou décélération :

* camion = accélération 20 m.s⁻²

* voiture = décélération 255 m.s⁻²

Le conducteur du camion s'en tire indemne, tandis que les chances de survie du conducteur de la voiture sont nulles.

d) force délivrée par chacun des 2 véhicules : 380 000 newtons.

Conclusion : cette collision est inégalitaire du fait de la différence de masse qui est bien le facteur déterminant de l'intensité de la collision.

4^{ème} hypothèse : un camion de masse 40 tonnes (40 000 kilogrammes) circulant à 90 km.h⁻¹ est heurté à l'arrière par une voiture de masse 1500 kilogrammes circulant à 130 km.h⁻¹.

a) vitesse résiduelle : 91,4 km.h⁻¹

b) variations de vitesse :

La vitesse du camion passe de +90 à +91,4 km.h⁻¹, celle de la voiture de +130 à +91,4 km.h⁻¹.

c) accélération ou décélération :

* camion = accélération 10 m.s⁻²

* voiture = décélération 265 m.s⁻²

L'accélération du camion est deux fois moins intense que dans l'hypothèse précédente.

d) force délivrée par chacun des 2 véhicules : 400 000 newtons.

Conclusion : le supplément de masse accentue l'inégalité de partage du choc.

5^{ème} hypothèse : un camion de masse 19 tonnes (19 000 kilogrammes) circulant à 90 km.h⁻¹ est heurté à l'arrière par une voiture de masse 1500 kilogrammes circulant à 100 km.h⁻¹.

a) vitesse résiduelle : 90,7 km.h⁻¹

b) variations de vitesse

La vitesse du camion passe de +90 à +90,7 km.h⁻¹, celle de la voiture de +100 à +90,7 km.h⁻¹.

c) accélération ou décélération

* camion = accélération 5 m.s⁻²

* voiture = décélération 62,5 m.s⁻²

Comparées aux résultats de la première hypothèse, ces données montrent que l'accélération du camion est désormais quatre fois inférieure à celle qui résulterait de la collision avec la même voiture circulant à 130 km.h⁻¹, tandis que la voiture subit une décélération supportable par un passager jeune, en bonne santé et ceinturé.

d) force délivrée par chacun des 2 véhicules : 95 000 newtons.

Conclusion : quelle que soit la configuration de la collision, la vitesse est un facteur de gravité, la différence de masse est un facteur d'inégalité.