



Promenade en voiture

ROLAND LEHOUCQ

La physique aide à devenir un meilleur conducteur : nous comprenons mieux les conseils de la sécurité routière, ce qui nous incite à les appliquer.

Durant les vacances d'été, la sécurité routière incite les conducteurs à la prudence et leur prodigue ses habituels conseils de conduite. Parmi ceux-ci, nous en retiendrons trois : rouler en douceur en ayant correctement équilibré le chargement de son véhicule et en tenant compte de l'état de la route. Ces excellents conseils sont compris avec la loupe du physicien.

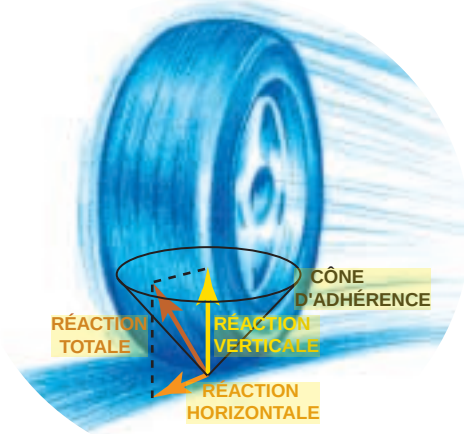
À l'arrêt, la résultante des forces qui s'appliquent à une voiture est nulle, car celle-ci est en équilibre. Ces forces sont le poids, dirigé vers le sol et appliqué au centre de gravité du véhicule, et la réaction de la route, dirigée vers le haut et appliquée aux points de contacts entre les pneus et le sol. Lorsque le poids est uniformément réparti, la réaction subie par le train avant, égale à celle qui est subie par le train arrière, est la moitié du poids total du véhicule. Les voitures de tourisme ne sont pas équilibrées de manière symétrique : la position du moteur fait que le train avant supporte 60 pour cent de la masse du véhicule. Cette asymétrie influence la tenue de route du véhicule en mouvement.

Démarrons. La réaction de la route sur les roues va-t-elle rester verticale ? Non, car les roues en rotation exercent une force horizontale sur la route qui, en vertu du principe de l'action et de la réaction, doit se traduire par une réaction horizontale du sol sur les roues. Cette réaction horizontale est bien sûr dirigée vers l'avant quand la voiture avance. La

réaction horizontale est toujours inférieure au produit de la réaction verticale, qui compense le poids du véhicule, par un coefficient d'adhérence, qui quantifie la qualité du contact entre les roues et le sol. Si l'égalité est vérifiée, le véhicule glisse sur la route. Autrement dit, pour éviter le glissement, la direction de la réaction totale doit rester à l'intérieur d'un cône d'adhérence (voir la figure ci-contre).

Pour estimer ce coefficient d'adhérence, poussons une voiture dont les roues sont bloquées. Tant que la poussée est insuffisante, il ne se passe rien ; puis, au-delà d'un seuil de poussée, la voiture commence à glisser. Ce glissement s'amorce dès que les forces de contact horizontales entre les pneus et le sol ne compensent plus la poussée. Le quotient entre la force nécessaire à l'amorçage du glissement et le poids de la voiture est le coefficient d'adhérence des pneus sur le sol. Sur sol sec, il vaut environ 0,9 pour des pneus courants et dépend de nombreux paramètres comme la composition et l'usure du pneu, la qualité du sol, la température, l'état des suspensions ou la pression de gonflage.

Ainsi, il faut exercer une poussée horizontale supérieure à 810 kilogrammes pour faire glisser sur un sol sec une voiture de 900 kilogrammes (que nous prendrons comme référence dans la suite). Sur un revêtement très glissant, comme la glace, le coefficient d'adhérence est inférieur et la force minimale à exercer est plus faible, presque nulle. Quand on



pousse une voiture libre de rouler (freins desserrés et désembrayée), la poussée nécessaire pour la mouvoir est plus faible, car il n'est plus nécessaire d'atteindre un seuil de glissement.

DÉMARRAGE EN DOUCEUR

Le conducteur engage la première vitesse et, en embrayant, transmet la rotation du moteur aux roues. Comme celles-ci ne tournent pas à la même fréquence que le moteur, laquelle est de quelques milliers de tours par minute en vitesse de croisière, on interpose entre l'arbre moteur et l'axe des roues un système de pignons réducteurs (boîte de vitesse, dispositif de transmission, etc.). En première, la réduction totale varie entre 0,06 et 0,08 pour une voiture courante. Ainsi, les roues effectuent de 60 à 80 tours par minute quand le régime du moteur est de 1 000 tours par minute. Pour des roues de 60 centimètres de diamètre, cela représente une vitesse, en première, comprise entre 6,8 et 9 kilomètres par heure.

La puissance fournie par le moteur est essentiellement utilisée pour propulser le véhicule, mais une fraction est dissipée par les frottements mécaniques et aérodynamiques. Le moteur exerce un couple de rotation proportionnel au quotient de la puissance fournie et du régime du moteur (sa

