

Cercle de Kamm

Le frottement permet aux pneus d'un véhicule de transmettre une certaine force au sol. Cette force dépend du pneu, de la route et de la charge appuyant sur la roue. Elle est nécessaire pour accélérer, freiner et conduire en toute sécurité en virage. Lorsqu'une seule force agit sur la roue, le calcul est simple. Cela devient plus compliqué lorsqu'on accélère ou freine, ou qu'un vent latéral agit en parcourant un virage. La force totale créée est cette fois le résultat d'une force longitudinale et une force transversale.

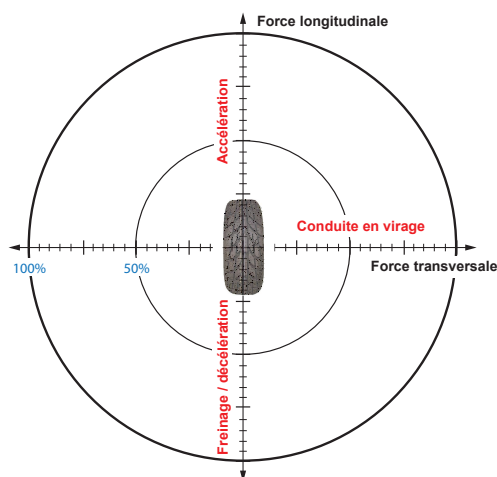
La force totale disponible est limitée

Comme nous le savons, la physique impose des limites qui ne peuvent être dépassées. Cela signifie qu'en conduite, la force maximale transmissible est donnée. Pour le calcul, il s'agit de connaître la charge agissant sur la roue et le coefficient de frottement. Par exemple, un pneu chargé de 5000 N (correspondant à une masse de 500 kg) sur une route plane, peut transmettre une force au sol de 4000 N avec un coefficient de frottement de 0,8. Malgré le talent d'un très bon conducteur ou d'équipements électroniques sophistiqués, cette force transmissible ne peut être augmentée.

Les compétences de conduite ou les systèmes d'assistance du conducteur permettent cependant d'exploiter la limite des forces permises par la physique. Par exemple, un système antiblocage des freins (ABS) et un système de contrôle de la traction (ASR) assurent une relation équilibrée entre les forces longitudinales et transversales de sorte qu'une courte distance de freinage ainsi qu'une accélération optimale sont obtenues, tout en maintenant la manœuvrabilité et la stabilité de conduite.

Représentation graphique des forces

Wunibald Kamm, scientifique et professeur d'université allemand, a eu l'idée de représenter la relation entre les forces longitudinales et transversales sous la forme simplifiée d'un graphique. Le cercle périphérique correspond à la force de frottement maximale disponible. Lorsque le coefficient de frottement diminue en raison d'une route mouillée, la force de frottement diminue en conséquence. Le cercle intérieur dessiné dans l'illustration ci-dessous représente le 50% de la force de frottement maximale transmissible en raison des mauvaises conditions de la route. L'axe des «x» représente les forces transversales et l'axe des «y», les forces longitudinales. Les forces longitudinales sont nécessaires pour accélérer et freiner, les forces transversales pour maintenir la voiture dans sa trajectoire en virage.



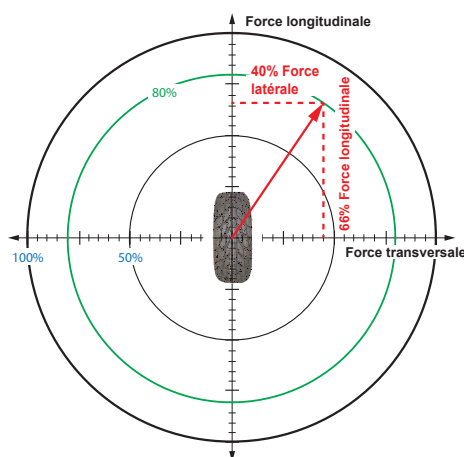
Lors d'une décélération maximale en ligne droite, seule une force longitudinale est générée. De même, dans un virage en ne touchant ni l'accélérateur ni la pédale de frein, il n'y a qu'une force latérale. Mais que se passe-t-il lors d'une accélération ou freinage en virage? Que devient la valeur de la force résultante de ces deux forces?

Le cercle de Kamm

Comme les axes des forces longitudinales et transversales se croisent perpendiculairement, on ne peut calculer avec des additions et des soustractions. Il faudra appliquer le théorème de Pythagore. Mais au lieu de calculer, les forces peuvent être déterminées graphiquement. Dans l'exemple ci-dessous, les conditions de route permettent une force de frottement maximale de 80% de la force totale transmissible, qui est indiquée par le cercle vert. 40% de cette force doit être utilisée pour le guidage latéral. La force longitudinale maximale possible qui est d'environ 66%, peut ainsi être déterminée.

Il est clairement visible qu'avec l'augmentation de la force transversale, moins de force longitudinale peut être transmise. Dans un cas extrême, lorsque la voiture roule à la limite d'adhérence en virage, aucune force longitudinale ne peut être transmise. Si le conducteur accélère ou freine dans cette situation, la voiture dérape, ce qui entraîne le sous-virage ou le survirage. Les systèmes électroniques d'assistance au conducteur doivent de ce fait être conçus de manière à pouvoir anticiper et éviter ainsi que des situations dangereuses ne se produisent.

Un défi important sollicite les concepteurs de véhicules d'autant plus que le cercle de Kamm ignore une difficulté majeure. Le pneu est constitué de caoutchouc qui est déformable. Par conséquent, le pneu ne transmet pas la même force dans les directions longitudinale et transversale. Le conducteur est donc bien avisé de ne conduire qu'avec des pneus homologués.



Règle générale:
Lors de la conduite, les forces longitudinales (décélération/accélération) et transversales (virage/vent latéral) agissent. Avec le cercle de Kamm, la valeur de chaque force peut être déterminée graphiquement en tenant compte de la force de frottement totale ou de la force résultante.

Objectif :
MA 4.2.04
MM 4.2.04
AM -

Explication de l'objectif :
Faire le lien au moyen du cercle de Kamm entre les systèmes ABS, ASR, ESP et les axes géométriques du véhicule.
Identique
Aucun objectif.



Cercle de Kamm

Questions sur le basic sheet, le check.

1. Quelles sont grandeurs visibles dans le cercle de Kamm?
- 2 Quelles sont les grandeurs physiques influençant le diamètre du cercle de Kamm?
3. Que se passe-t-il physiquement lorsque les vecteurs des forces se trouvent à l'intérieur du cercle de frottement?
4. Quelles sont les conséquences si les vecteurs des forces se trouvent à l'extérieur du cercle de frottement?
5. Quelle est l'influence des systèmes d'assistance au conducteur tels que l'ABS ou l'ASR sur le cercle de Kamm?