

Analyse du shimmy sur la roue avant

Le phénomène du shimmy est une notion particulièrement mystérieuse pour le jeune pilote. Sur cette page nous allons répondre à plusieurs questions : Qu'est-ce que le shimmy ? Comment arrive-t-on à ce phénomène ? Et comment en sortir.

Description

Il existe 2 types de train qui se caractérisent par la position de l'axe vertical de direction par rapport à l'axe de la roue :

- A. L'axe du pivot ne passe pas par l'axe de la roue
- B. L'axe du pivot passe par l'axe de la roue

Cas A :

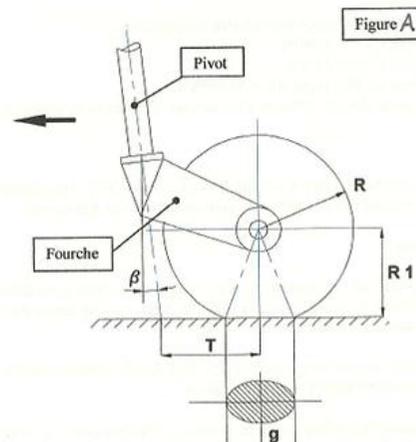


Figure A - Axe du pivot ne passant pas par l'axe de la roue

Cas B :

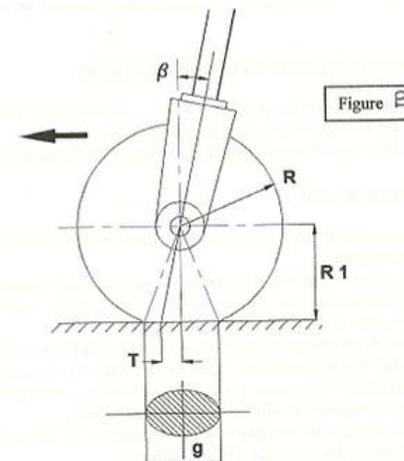


Figure B - Axe du pivot passant par l'axe de la roue

La fourche qui maintient la roue est libre par rapport au pivot, la roue est libre en direction, elle est dite « tirée », dans cette configuration, la roue ne peut pas être couplée au palonnier.

La fourche passe par l'axe de la roue, elle peut être libre sur son pivot ou couplée au palonnier. Le cas B n'est pas envisageable pour une roulette de queue dans un train classique.

Fonctionnement

1) La roue et le sol

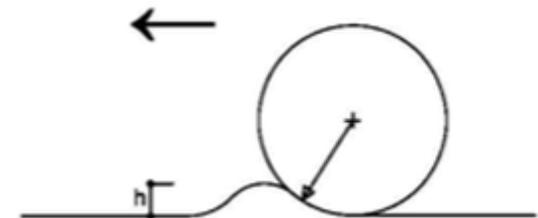
Dans les deux cas et du fait du poids de l'avion, on a une empreinte statique au sol créée par l'écrasement du pneu sous la charge.

Cette empreinte à la forme d'une ellipse dont le grand axe est « g ».

Lorsque la roue avance, l'empreinte devient dynamique et s'allonge vers l'arrière du fait de la déformation du pneu, d'une valeur égale à $g/6$ environ.

De même, le sol réagit à la charge appliquée et se déforme sous l'effet de l'avancement en formant une « vague » devant le pneu qui est une résistance à l'avancement d'autant plus importante que le sol est souple.

La déformation imposée au sol ne s'estompe que si la contrainte est restée dans le domaine élastique, dans le cas contraire, on est dans le domaine plastique, et la roue doit « monter » sur sa vague et ainsi de suite. Cette remarque explique la formation de la tôle ondulée sur les piste dans le désert, elle explique aussi la déformation des routes sous l'effet du roulage des camions, qui ont des essieux très rapprochés et lorsque la première roue déforme le terrain, il n'a pas le temps



de se remettre en place que la 2ème roue le déforme à nouveau, les causes s'additionnent et les conséquences sont vite dommageables d'où l'intérêt de posséder des pistes avec de bonnes fondations.

Deuxième remarque, plus le diamètre de la roue est grand, plus la hauteur de la vague est faible, et donc la résistance à l'avancement est faible, c'est la raison pour laquelle, les roues devant supporter une grande charge ou avoir une faible résistance à l'avancement ont un grand diamètre.

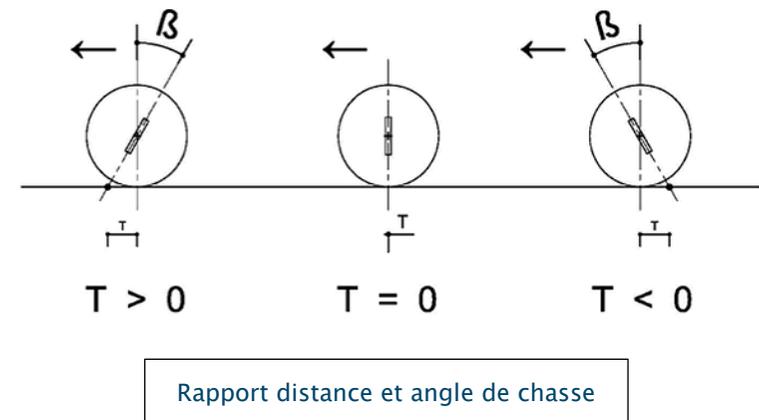
Exemples : la roue de la bicyclette, la roue du camion, la roue de la voiture de compétition, la roue du chariot à traction animale ou humaine (brouette).

2) Le pivot

L'angle d'inclinaison du pivot est caractérisé par l'angle β qui est dénommé « angle de chasse ».

La distance T entre la trace de l'axe du pivot au sol et le centre de l'empreinte statique est dépendante de l'angle β , d'où l'importance de l'angle de chasse pour la stabilité de la roue.

Il faut que T soit positif pour obtenir l'auto-direction (cas le plus facile à observer : la roue de la bicyclette).



3) Les forces qui agissent sur la roue (cas $T > 0$)

Le cas $T > 0$ est le cas régulièrement envisagé pour toutes les roues directrices avec une valeur plus ou moins grande selon le but recherché et le fonctionnement en auto-direction ou pas.

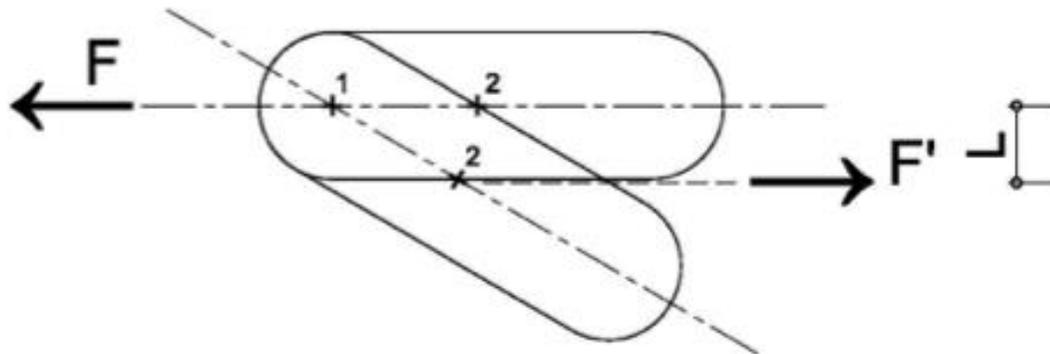
F : Poussée motrice

F' : Réaction due à l'adhérence

1 : Point de pivotement (trace au sol)

2 : Point de contact (centre de l'ellipse)

$F' \times L =$ Moment de rappel de la roue



Forces agissantes sur la roue

Shimmy

Le shimmy est une oscillation entretenue de la roue et de la fourche autour du pivot lors d'un roulage rapide. Cette oscillation dépend :

- De la distance T qui est liée aussi à l'angle β
- De la charge sur la roue avant (valeur de F')
- De la taille de la roue R (résistance à l'avancement)
- De la flexibilité latérale du train avant (phénomène de résonance)
- De la masse et des moments d'inertie des pièces en mouvement (ensemble du train avant parties mobiles)
- De la rigidité du pneu (valeur de F')

Les oscillations sont caractérisées par une fréquence, si cette fréquence est un multiple ou un sous multiple de la fréquence propre de vibration du train d'atterrissage, par rapport à l'avion sur lequel il est fixé, alors il y a « résonance », ce qui provoque une addition des forces transmises par roue au lieu d'un amortissement.

C'est ce phénomène vibratoire entretenu et croissant qui peut provoquer la destruction du train avant de l'avion, voire de la cellule.

Cas particulier du Rallye

L'axe du pivot est incliné vers l'arrière, dans ce cas, le train est dit statiquement instable et dynamiquement stable. Lorsque, avion à l'arrêt, on fait pivoter la fourche à droite ou à gauche, le nez de l'appareil descend légèrement pour rejoindre une position stable.

Dans ce cas, il faut prévoir soit un couplage avec le palonnier, soit un recentrage automatique de la fourche, ce qui est le cas de la cinématique du rallye.

Ce recentrage n'évite pas le phénomène du shimmy et la résonance.

En réalité, le train avant du rallye n'est pas bien conçu, et il faudrait avoir recours à un amortisseur, qui peut être de simples rondelles à friction, qui freine la rotation de la fourche et qui évite ainsi à l'oscillation de prendre un angle de plus en plus grand, et en fonction du réglage de ce « frein », de sortir de la fréquence de résonance.

Le train avant du Cessna est beaucoup mieux conçu (on est dans le cas B), ce qui n'empêche pas qu'un amortisseur soit nécessaire bien que l'orientation de la fourche soit liée au palonnier.



Train avant du Rallye



Train avant du Cessna

Conclusion



Les trains modernes sont tous conçus avec le cas B et avec un angle $\beta = 0$, la fourche est liée au palonnier, un amortisseur vient compléter le dispositif.

Train auxiliaire & train principal

On remarque que de par ce montage, le train est statiquement et dynamiquement neutre $L = 0$, donc le moment de rappel est nul.

La direction est obtenue par la liaison au palonnier, il n'y a pas d'auto-direction. L'amortisseur évite l'entretien de l'oscillation et le phénomène de résonance.