

INTERNATIONAL STANDARD

ISO
8855

NORME INTERNATIONALE

First edition
Première édition
1991-12-15

**Road vehicles — Vehicle dynamics and
road-holding ability — Vocabulary**

**Véhicules routiers — Dynamique des véhicules
et tenue de route — Vocabulaire**



Reference number
Numéro de référence
ISO 8855 : 1991 (E/F)

Contents

	Page
Scope	1
1 Axis system	1
1.1 Earth-fixed axis system	1
1.2 Vehicle axis system	1
1.3 Intermediate axis system	1
1.4 Wheel axis system	1
2 Kinematics of sprung mass	1
2.1 Linear motion variables	1
2.2 Angular motion variables	2
2.3 Vehicle trajectory dimensions	4
3 Forces and moments	4
3.1 Components of force	4
3.2 Components of moment	4
4 Suspension	5
4.1 Wheel orientation and positioning dimensions	5
4.2 Induced effects on wheel orientation and positioning	7
4.3 Divided induced effects	7
4.4 Roll	8

© ISO 1991

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher./Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

International Organization for Standardization

Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Switzerland

Printed in Switzerland/Imprimé en Suisse

5	Control modes	8
5.1	Position control	8
5.2	Fixed control	9
5.3	Force control	9
5.4	Free control	9
6	Response	9
6.1	Response types	9
6.2	Equilibrium and stability	9
6.3	Measure of response — Gradient	10
6.4	Steer properties	11
7	Wheels and tyres	12
7.1	Wheel orientation	12
7.2	Rolling characteristics	12
7.3	Wheel forces and moments	13
7.4	Longitudinal properties	13
7.5	Lateral properties and stiffnesses	14
Annexes		
A	Comments on terms and definitions	16
B	Illustration of principal characteristics	18
Alphabetical indexes		
	English	20
	French	22

Sommaire

	Page
Domaine d'application	1
1 Systèmes de référence	1
1.1 Référentiel sol	1
1.2 Référentiel véhicule	1
1.3 Référentiel intermédiaire	1
1.4 Référentiel roue	1
2 Cinématique de la masse suspendue	1
2.1 Paramètres du mouvement linéaire	1
2.2 Paramètres du mouvement angulaire	2
2.3 Paramètres de la trajectoire	4
3 Forces et moments	4
3.1 Composantes de la force	4
3.2 Composantes du moment	4
4 Suspension	5
4.1 Orientation et positionnement de la roue	5
4.2 Effets induits sur l'orientation et le positionnement de la roue	7
4.3 Effets induits partiels	7
4.4 Roulis	8
5 Modes de pilotage	8
5.1 Pilotage en position	8
5.2 Pilotage en position fixe	9
5.3 Pilotage par une force	9
5.4 Pilotage « volant libre »	9
6 Réponse	9
6.1 Types de réponses	9
6.2 Équilibre et stabilité	9
6.3 Grandeurs liées aux réponses — Gradients	10
6.4 Comportement	11

7	Roues et pneus	12
7.1	Orientation de la roue	12
7.2	Caractéristiques de roulement	12
7.3	Forces et moments	13
7.4	Propriétés longitudinales	13
7.5	Propriétés latérales	14
Annexes		
A	Commentaires sur les termes et définitions	16
B	Illustration des caractéristiques principales	18
Index alphabétiques		
	Anglais	20
	Français	22

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 8855:1991

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

International Standard ISO 8855 was prepared by Technical Committee ISO/TC 22, *Road vehicles*, Sub-Committee SC 9, *Vehicle dynamics and road holding ability*.

Annexes A and B of this International Standard are for information only.

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 8855:1991

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 8855 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 22, *Véhicules routiers*, sous-comité SC 9, *Dynamique des véhicules et tenue de route*.

Les annexes A et B de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

This page intentionally left blank

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 8855:1997

Road vehicles — Vehicle dynamics and road-holding ability — Vocabulary

Véhicules routiers — Dynamique des véhicules et tenue de route — Vocabulaire

Scope

This International Standard defines the principal terms of vehicle dynamics. The terms defined apply to road vehicles such as passenger cars and commercial vehicles.

NOTE — This International Standard recognizes the possibility of steering more than one axle, but at present does not define terms including this possibility.

1 Axis systems

1.1 earth-fixed axis system (X_E, Y_E, Z_E): Right-hand orthogonal axis system fixed on the earth. The X_E - and Y_E -axis are in a horizontal plane (the ground plane) and the Z_E -axis points upwards.

1.2 vehicle axis system (X_V, Y_V, Z_V): Right-hand orthogonal axis system fixed at some point in the vehicle (usually the centre of gravity), so that the X_V -axis is substantially horizontal and forwards, and is in the vehicle's longitudinal plane of symmetry, the Y_V -axis is perpendicular to the vehicle's longitudinal plane of symmetry and points towards the driver's left, and the Z_V -axis points upwards.

NOTE — The orientation of the vehicle axis system (X_V, Y_V, Z_V) relative to the earth-fixed axis system (X_E, Y_E, Z_E) is given by the sequence of three rotations shown in table 1.

1.3 intermediate axis system (X, Y, Z): Right-hand orthogonal axis system in which the XY -plane coincides with the X_EY_E -plane, the X -axis being the projection of the X_V -axis on to the X_EY_E -plane, and the Z -axis points upwards.

1.4 wheel axis system, (X_W, Y_W, Z_W): (See 7.1.1.)

2 Kinematics of sprung mass

2.1 Linear motion variables

2.1.1 vehicle velocity $\vec{v}$: Vector quantity expressing the velocity of the origin of the vehicle axis system in the earth-fixed axis system.

Domaine d'application

La présente Norme internationale définit les principaux termes utilisés dans la dynamique des véhicules. Les termes ainsi définis s'appliquent aux véhicules routiers tels que les voitures particulières et les véhicules utilitaires.

NOTE — La présente Norme internationale admet la possibilité d'utiliser plus d'un essieu directeur mais ne définit pas dans l'immédiat les termes applicables à cette solution.

1 Systèmes de référence

1.1 référentiel sol, (X_E, Y_E, Z_E): Trièdre orthogonal direct lié au sol; les axes X_E et Y_E définissent le plan horizontal du sol, l'axe Z_E est dirigé vers le haut.

1.2 référentiel véhicule, (X_V, Y_V, Z_V): Trièdre orthogonal direct lié à un point du véhicule (généralement le centre de gravité), et tel que l'axe X_V soit sensiblement horizontal et dirigé vers l'avant dans le plan longitudinal de symétrie du véhicule, l'axe Y_V soit perpendiculaire au plan longitudinal de symétrie et dirigé vers la gauche du conducteur, et l'axe Z_V soit dirigé vers le haut.

NOTE — L'orientation du référentiel véhicule, (X_V, Y_V, Z_V), est donnée par rapport au référentiel sol, (X_E, Y_E, Z_E), par la séquence de rotations figurant dans le tableau 1.

1.3 référentiel intermédiaire, (X, Y, Z): Trièdre orthogonal direct dans lequel le plan XY coïncide avec le plan X_EY_E , l'axe X étant la projection orthogonale de l'axe X_V sur le plan X_EY_E et l'axe Z étant dirigé vers le haut.

1.4 référentiel roue, (X_W, Y_W, Z_W): (Voir 7.1.1.)

2 Cinématique de la masse suspendue

2.1 Paramètres du mouvement linéaire

2.1.1 vecteur vitesse du véhicule, $\vec{v}$: Vecteur représentant la vitesse de l'origine du référentiel véhicule dans le référentiel sol.

2.1.1.1 longitudinal velocity v_X : Component of the vehicle velocity in the direction of the X -axis.

2.1.1.2 lateral velocity v_Y : Component of the vehicle velocity in the direction of the Y -axis.

2.1.1.3 vertical velocity v_Z : Component of the vehicle velocity in the direction of the Z -axis.

2.1.1.4 horizontal velocity v_h : Resultant of the longitudinal velocity v_X and the lateral velocity v_Y .

2.1.2 vehicle acceleration $\vec{a}$: Vector quantity expressing the acceleration of the origin of the vehicle axis system in the earth-fixed system.

2.1.2.1 longitudinal acceleration a_X : Component of the vehicle acceleration in the direction of the X -axis.

2.1.2.2 lateral acceleration a_Y : Component of the vehicle acceleration in the direction of the Y -axis.

2.1.2.3 vertical acceleration a_Z : Component of the vehicle acceleration in the direction of the Z -axis.

2.1.2.4 centripetal acceleration a_c : Component of the vehicle acceleration in the direction of the horizontal normal to the horizontal velocity v_h .

2.1.2.5 tangential acceleration a_t : Component of the vehicle acceleration in the direction of the horizontal velocity v_h .

2.1.2.6 horizontal acceleration a_h : Resultant of the longitudinal acceleration a_X and the lateral acceleration a_Y or the centripetal acceleration a_c and the tangential acceleration a_t .

NOTE — It is also possible to resolve velocity and acceleration in the X_V , Y_V , Z_V -directions, to produce v_{X_V} , v_{Y_V} , v_{Z_V} and a_{X_V} , a_{Y_V} , a_{Z_V} .

2.2 Angular motion variables

2.2.1 Angles

See figure B.1 which shows positive angles.

2.2.1.1 yaw angle ψ : Angle (X_E , X) about the Z_E -axis.

2.2.1.2 pitch angle θ : Angle (X , X_V) about the Y -axis.

2.2.1.3 roll angle ϕ : Angle (Y , Y_V) about the X_V -axis.

NOTE — Vehicle roll angle (see 4.4.1) is different from the roll angle defined here.

2.1.1.1 vitesse longitudinale, v_X : Projection du vecteur vitesse du véhicule sur l'axe X .

2.1.1.2 vitesse transversale, v_Y : Projection du vecteur vitesse du véhicule sur l'axe Y .

2.1.1.3 vitesse verticale, v_Z : Projection du vecteur vitesse du véhicule sur l'axe Z .

2.1.1.4 vitesse horizontale, v_h : Résultante de la vitesse longitudinale, v_X , et de la vitesse transversale, v_Y .

2.1.2 accélération du véhicule, $\vec{a}$: Vecteur représentant l'accélération de l'origine du référentiel véhicule dans le référentiel sol.

2.1.2.1 accélération longitudinale, a_X : Projection de l'accélération du véhicule sur l'axe X .

2.1.2.2 accélération transversale, a_Y : Projection de l'accélération du véhicule sur l'axe Y .

2.1.2.3 accélération verticale, a_Z : Projection de l'accélération du véhicule sur l'axe Z .

2.1.2.4 accélération centripète, a_c : Projection de l'accélération du véhicule sur la normale horizontale à la trajectoire.

2.1.2.5 accélération tangentielle, a_t : Projection de l'accélération du véhicule sur la tangente à la trajectoire.

2.1.2.6 accélération horizontale, a_h : Résultante de l'accélération longitudinale, a_X , et de l'accélération transversale, a_Y , ou de l'accélération centripète, a_c , et de l'accélération tangentielle, a_t .

NOTE — Il est également possible d'effectuer les projections de la vitesse et de l'accélération selon les directions X_V , Y_V , Z_V , obtenant ainsi les composantes v_{X_V} , v_{Y_V} , v_{Z_V} et a_{X_V} , a_{Y_V} , a_{Z_V} .

2.2 Paramètres du mouvement angulaire

2.2.1 Angles

Voir figure B.1, à laquelle des angles positifs sont représentés.

2.2.1.1 angle de lacet, ψ : Angle (X_E , X) autour de l'axe Z_E .

2.2.1.2 angle de tangage, θ : Angle (X , X_V) autour de l'axe Y .

2.2.1.3 angle de roulis, ϕ : Angle (Y , Y_V) autour de l'axe X_V .

NOTE — L'angle de roulis du véhicule (voir 4.4.1) est différent de l'angle défini ici.

Table 1

Rotation order	Angle produced by rotation	Rotation nature ¹⁾	Axis defined by rotation	Axis defined by successive rotations
First rotation	yaw (ψ)	(X_E, X) about the Z_E -axis	X, Y	X_E, Y_E, Z_E X, Y, Z
Second rotation	pitch (θ)	(X, X_V) about the Y -axis	X_V	X_E, Y_E, Z_E X, Y, Z X_V
Third rotation	roll (φ)	(Y, Y_V) about the X_V -axis	Y_V, Z_V	X_E, Y_E, Z_E X, Y, Z X_V, Y_V, Z_V
1) Angle (X_E, X) , for example, denotes the angle from the X_E -axis to the X -axis.				

2.2.1.4 sideslip angle β : Angle from the X -axis to the direction of the horizontal velocity about the Z -axis (annex B, figure B.2 shows a positive angle). It can be calculated from the longitudinal velocity v_X and the lateral velocity v_Y :

$$\beta = \arctan \frac{v_Y}{v_X}$$

2.2.2 Angular velocities

NOTE — Angular velocities may be defined about both the vehicle axis system and the intermediate axis system, but the preferred definitions are as given in 2.2.2.1 to 2.2.2.3.

2.2.2.1 yaw velocity:

$$\frac{d\psi}{dt}$$

2.2.2.2 pitch velocity:

$$\frac{d\theta}{dt}$$

2.2.2.3 roll velocity:

$$\frac{d\varphi}{dt}$$

2.2.3 Angular accelerations

NOTE — Angular acceleration may be defined about both the vehicle axis system and the intermediate axis system, but the preferred definitions are as given in 2.2.3.1 to 2.2.3.3.

2.2.3.1 yaw acceleration:

$$\frac{d^2\psi}{dt^2}$$

Tableau 1

Ordre de rotation	Angle résultant de la rotation	Nature de la rotation ¹⁾	Axes définis par la rotation	Axes définis par la succession des rotations
Première rotation	lacet (ψ)	(X_E, X) autour de l'axe Z_E	X, Y	X_E, Y_E, Z_E X, Y, Z
Deuxième rotation	tangage (θ)	(X, X_V) autour de l'axe Y	X_V	X_E, Y_E, Z_E X, Y, Z X_V
Troisième rotation	roulis (φ)	(Y, Y_V) autour de l'axe X_V	Y_V, Z_V	X_E, Y_E, Z_E X, Y, Z X_V, Y_V, Z_V
1) La notation (X_E, X) , par exemple, signifie : angle entre l'axe X_E et l'axe X .				

2.2.1.4 angle de dérive, β : Angle (X, v_h) autour de l'axe Z (l'angle β représenté à la figure B.2 est positif). Cet angle peut être calculé à partir de la vitesse longitudinale, v_X , et de la vitesse transversale, v_Y :

$$\beta = \arctan \frac{v_Y}{v_X}$$

2.2.2 Vitesses angulaires

NOTE — Les vitesses angulaires peuvent être définies dans le référentiel véhicule et dans le référentiel intermédiaire, mais les définitions données en 2.2.2.1 à 2.2.2.3 sont préférables.

2.2.2.1 vitesse de lacet:

$$\frac{d\psi}{dt}$$

2.2.2.2 vitesse de tangage:

$$\frac{d\theta}{dt}$$

2.2.2.3 vitesse de roulis:

$$\frac{d\varphi}{dt}$$

2.2.3 Accélération angulaires

NOTE — Les accélérations angulaires peuvent être définies dans le référentiel véhicule et dans le référentiel intermédiaire, mais les définitions données en 2.2.3.1 à 2.2.3.3 sont préférables.

2.2.3.1 accélération de lacet:

$$\frac{d^2\psi}{dt^2}$$

2.2.3.2 pitch acceleration:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2}$$

2.2.3.3 roll acceleration:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2}$$

2.3 Vehicle trajectory dimensions

2.3.1 trajectory: Path of the origin of the vehicle axis system projected on to the $X_E Y_E$ -plane.

2.3.2 path radius R : Distance between a point of the trajectory and the inherent instantaneous centre. To be calculated as

$$R = \frac{v_h^2}{a_c}$$

2.3.3 curvature of trajectory κ :

$$\kappa = \frac{1}{R}$$

2.3.4 course angle ν : Angle from the X_E -axis to the direction of the horizontal velocity about the Z -axis (annex B, figure B.2 shows a positive angle). It can be calculated from the yaw angle ψ and the sideslip angle β :

$$\nu = \psi + \beta$$

3 Forces and moments

External forces acting on the vehicle at any instant can be summed into one force vector $\vec{F}$ and one moment vector $\vec{M}$.

3.1 Components of force $\vec{F}$

3.1.1 longitudinal force F_X : Component of the force in the direction of the X -axis.

3.1.2 lateral force F_Y : Component of the force in the direction of the Y -axis.

3.1.3 vertical force F_Z : Component of the force in the direction of the Z -axis.

3.2 Components of moment $\vec{M}$

3.2.1 yawing moment M_Z : Component of the moment in the direction of the Z -axis.

3.2.2 pitching moment M_Y : Component of the moment in the direction of the Y -axis.

2.2.3.2 accélération de tangage:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2}$$

2.2.3.3 accélération de roulis:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2}$$

2.3 Paramètres de la trajectoire

2.3.1 trajectoire: Lieu géométrique de l'origine du référentiel véhicule projeté sur le plan $X_E Y_E$.

2.3.2 rayon de courbure de la trajectoire, R : Distance entre un point donné de la trajectoire et le centre de courbure instantané correspondant. A calculer comme suit:

$$R = \frac{v_h^2}{a_c}$$

2.3.3 courbure de la trajectoire, κ :

$$\kappa = \frac{1}{R}$$

2.3.4 angle de route, ν : Angle (X_E, v_h) autour de l'axe Z (l'angle ν représenté à la figure B.2 est positif). Il peut être calculé à partir de l'angle de lacet, ψ , et de l'angle de dérive, β :

$$\nu = \psi + \beta$$

3 Forces et moments

L'ensemble des forces extérieures agissant sur le véhicule à l'instant t se réduit à une force, $\vec{F}$, et un moment, $\vec{M}$.

3.1 Composantes de la force $\vec{F}$

3.1.1 force longitudinale, F_X : Projection de la force $\vec{F}$ sur l'axe X .

3.1.2 force transversale, F_Y : Projection de la force $\vec{F}$ sur l'axe Y .

3.1.3 force verticale, F_Z : Projection de la force $\vec{F}$ sur l'axe Z .

3.2 Composantes du moment $\vec{M}$

3.2.1 moment de lacet, M_Z : Projection du moment $\vec{M}$ sur l'axe Z .

3.2.2 moment de tangage, M_Y : Projection du moment $\vec{M}$ sur l'axe Y .

3.2.3 vehicle rolling moment M_X : Component of the moment in the direction of the X -axis.

4 Suspension

4.1 Wheel orientation and positioning dimensions

4.1.1 General terms and dimensions

4.1.1.1 wheel plane: Centre plane of the wheel rim normal to the spin axis of the wheel.

4.1.1.2 wheel centre: Point at which the spin axis of the wheel intersects the wheel plane.

4.1.1.3 centre of tyre contact: Intersection of the wheel plane and of the vertical projection of the spin axis of the wheel on to the ground plane. (See A.1.)

4.1.1.4 wheelbase l : Distance between the centres of tyre contact of the two wheels on the same side of the vehicle projected on to the X -axis.

NOTE — For vehicles with more than two axles, the wheelbases between consecutive wheels are indicated, going from the foremost to the rearmost wheel. The total wheelbase for right or left is the sum of these distances.

4.1.1.5 track b : Distance between the centres of tyre contact of the two wheels of an axle projected on to the YZ -plane. In case of dual wheels, it is the point centrally located between the centres of tyre contact of the two wheels of the dual.

NOTE — Generally wheelbase and track do not remain constant.

4.1.2 Kingpin geometry

4.1.2.1 steering axis: Axis about which the wheel rotates relative to the vehicle structure when steered, with the steering system free of any loads except those associated with the static reference condition. (See A.2.)

NOTE — This axis may shift as the steer angle changes, due to suspension kinematics and compliance.

4.1.2.2 kingpin inclination angle σ : Angle between the Z -axis and the steering axis projected on to the YZ -plane. It is positive when the top of the steering axis is inclined inwards.

4.1.2.3 kingpin offset at ground r : Distance between the point where the steering axis intersects the ground plane and the centre of tyre contact.

4.1.2.4 kingpin offset at hub q : Perpendicular distance between the wheel centre and the steering axis. This distance is positive where the wheel centre is towards the outside in relation to the kingpin.

3.2.3 moment de roulis, M_X : Projection du moment $\vec{M}$ sur l'axe X .

4 Suspension

4.1 Orientation et positionnement de la roue

4.1.1 Définitions et caractéristiques générales

4.1.1.1 plan de la roue: Plan médian de la jante, perpendiculaire à l'axe de rotation de la roue.

4.1.1.2 centre de la roue: Point d'intersection de l'axe de rotation de la roue et du plan de la roue.

4.1.1.3 point conventionnel de contact au sol: Intersection du plan de la roue et de la projection verticale de l'axe de rotation de la roue sur le sol. (Voir A.1.)

4.1.1.4 empattement, l : Projection sur l'axe X de la distance entre les points conventionnels de contact au sol des deux roues situées d'un même côté du véhicule.

NOTE — Dans le cas de véhicules à plus de deux essieux, indiquer les empattements entre les roues consécutives en allant de l'avant vers l'arrière. L'empattement total droit ou gauche est la somme de ces distances.

4.1.1.5 voie, b : Projection sur le plan YZ de la distance entre les points conventionnels de contact au sol des deux roues d'un même essieu. Dans le cas de roues jumelées, c'est le point milieu entre les points conventionnels des deux roues du même jumelage.

NOTE — Empattement et voie sont généralement variables.

4.1.2 Géométrie du pivot de roue

4.1.2.1 axe de pivot: Axe de pivotement de la roue au cours du braquage, par rapport à la structure du véhicule, le système de direction étant libre de toutes contraintes autres que celles associées aux conditions statiques de référence. (Voir A.2.)

NOTE — Cet axe peut varier avec l'angle de braquage sous l'effet induit de la cinématique de la suspension ou sous l'effet induit de déformation.

4.1.2.2 inclinaison du pivot, σ : Angle entre l'axe Z et la projection de l'axe de pivot sur le plan YZ . Cet angle est positif si le haut de l'axe de pivot est incliné vers l'intérieur.

4.1.2.3 déport au sol, r : Distance entre le point d'intersection de l'axe de pivot avec le sol et le point conventionnel de contact au sol.

4.1.2.4 déport à la fusée, q : Distance entre le centre de la roue et l'axe de pivot. Cette distance est positive si le centre de la roue est vers l'extérieur par rapport au pivot.

4.1.2.5 transverse offset at ground r_g : Projection of the offset at the ground r on to the Y_W -axis. It is positive when the centre of tyre contact is outside the intersection of the steering axis and the ground plane.

4.1.3 Wheel castor

4.1.3.1 castor angle τ : Angle between the Z -axis and the projection of the steering axis on to the XZ -plane. It is positive when the top of the steering axis is inclined rearwards.

4.1.3.2 castor offset r_τ : Projection of the offset at the ground r on to the X_W -axis. It is positive when the centre of tyre contact is behind the intersection of the steering axis and the ground plane.

4.1.4 Camber

4.1.4.1 camber angle ε_V : Angle between the Z -axis and the wheel plane. It is positive when the top of the wheel is inclined outward relative to the vehicle body.

4.1.5 Steering

(See figure B.2.)

4.1.5.1 steer angle δ : Angle from the X -axis to X_W -axis. It is positive for a positive rotation about the Z_W axis.

4.1.5.2 total static toe angle Δ : Sum of the absolute values of the steer angles of the two wheels of an axle, when the steering is in the straight-ahead position. It is positive when the wheels converge towards the front.

4.1.5.3 static toe-in: Difference between the transverse distances which separate the external flanges of the wheel rims of an axle in front of and behind these wheels, the distances being measured in the same horizontal plane passing through the wheel centres. It is positive when the wheels converge towards the front.

4.1.5.4 Ackermann steer angle δ_A : Angle whose tangent is the wheelbase divided by the path radius of the centre of the rear axle at very low vehicle velocity.

NOTE — Where there is more than one rear axle, this centre cannot be fixed by geometry.

4.1.5.5 dynamic reference steer angle δ_D : Angle whose radian value is the wheelbase divided by the path radius of the vehicle centre of gravity.

NOTE — For angles δ_A and δ_D , positive signs apply to left turns, and negative signs to right turns.

4.1.5.6 steering-wheel angle δ_H : Angular displacement of the steering-wheel measured from the straight-ahead position. It is positive for a left turn of the vehicle.

4.1.2.5 déport transversal au sol, r_g : Projection du déport au sol, r , sur l'axe Y_W . Cette valeur est positive si le point conventionnel de contact au sol est à l'extérieur de l'intersection de l'axe de pivot avec le plan $X_E Y_E$.

4.1.3 Chasse

4.1.3.1 angle de chasse, τ : Angle entre l'axe vertical Z et la projection de l'axe de pivot sur le plan XZ . Cet angle est positif si le haut de l'axe de pivot est incliné vers l'arrière.

4.1.3.2 chasse linéaire au sol, r_τ : Projection du déport au sol, r , sur l'axe X_W . Cette distance est positive si le point conventionnel de contact au sol est en arrière de l'intersection de l'axe de pivot avec le plan $X_E Y_E$.

4.1.4 Carrossage

4.1.4.1 angle de carrossage, ε_V : Angle entre l'axe vertical Z et le plan de la roue. Cet angle est positif si le haut de la roue est incliné vers l'extérieur.

4.1.5 Direction

(Voir figure B.2.)

4.1.5.1 angle de braquage, δ : Angle entre l'axe X et l'axe X_W . Cet angle est positif pour une rotation dans le sens trigonométrique direct autour de l'axe Z_W .

4.1.5.2 angle de pincement statique total, Δ : Somme des valeurs absolues des angles de braquage des deux roues d'un même essieu, lorsque le volant de direction est en position neutre. Cet angle est positif si les roues convergent vers l'avant.

4.1.5.3 pincement statique: Différence entre les distances transversales qui séparent les bords extérieurs des jantes des deux roues d'un même essieu à l'avant et à l'arrière de ces roues, ces distances étant mesurées dans le même plan horizontal passant par les centres des roues. Il est positif si les roues convergent vers l'avant.

4.1.5.4 angle de braquage théorique moyen, δ_A : Angle dont la tangente est l'empattement divisé par le rayon de courbure de la trajectoire au centre de l'essieu arrière, pour une vitesse du véhicule très faible.

NOTE — Lorsqu'il y a plusieurs essieux arrière cet angle ne peut pas être déterminé par la géométrie.

4.1.5.5 angle de braquage dynamique de référence, δ_D : Angle dont la valeur en radians correspond au quotient de l'empattement par le rayon de courbure de la trajectoire du centre de gravité du véhicule.

NOTE — Les angles δ_A et δ_D sont positifs dans le cas d'un virage à gauche et négatifs dans le cas d'un virage à droite.

4.1.5.6 angle au volant, δ_H : Déplacement angulaire du volant mesuré à partir de la position neutre. Cet angle est positif dans le cas d'un virage à gauche.

4.1.5.7 steering-wheel torque M_H : Torque applied by the driver to the steering-wheel about its axis of rotation. It is positive for a left turn of the vehicle.

4.1.5.8 overall steering ratio i_S : Rate of change of steering-wheel angle at a given steering-wheel position, with respect to change in the average steer angle of a pair of steered wheels, with the steering system unloaded and the vehicle in a static reference condition. (See A.2.)

4.2 Induced effects on wheel orientation and positioning

These are the combined effects of suspension kinematics and various elastic deformations on properties defined in 4.1.

4.2.1 induced steer angle: Change of the steer angle of a wheel produced by the combined effects of suspension kinematics and various elastic deformations. This induced steer angle is induced understeer when it increases the vehicle's tendency toward understeer or decreases oversteer. It is induced oversteer in the opposite case.

4.2.2 induced steer coefficient: Derivative of induced steer angle with respect to a given parameter in a given steady-state equilibrium. The relevant parameter should be defined by the user and the induced steer coefficient should be expressed as a partial derivative.

4.2.3 induced camber angle: Change of the camber angle of a wheel produced by the combined effects of suspension kinematics and various elastic deformations.

4.2.4 induced camber coefficient: Derivative of induced camber angle with respect to a given parameter in a given steady-state equilibrium. The relevant parameter should be defined by the user and the induced camber coefficient should be expressed as a partial derivative.

4.3 Divided induced effects

Where it appears possible and necessary, the induced effects may be separated into wheel travel kinematics effects (4.3.1) and compliance effects (4.3.2).

4.3.1 Wheel travel kinematics effects

These are the effects resulting from suspension ride motion and/or suspension roll motion and produced by changes in the static vertical forces at the wheel.

4.3.1.1 steer angle change due to wheel travel kinematics: Change of the steer angle of a wheel due to wheel travel kinematics.

4.1.5.7 couple au volant, M_H : Couple appliqué par le conducteur sur le volant autour de l'axe de rotation de celui-ci. Le moment du couple est positif dans le cas d'un virage à gauche.

4.1.5.8 démultiplication de direction, i_S : Rapport entre la variation de l'angle au volant et la variation correspondante de la moyenne des angles de braquage des deux roues directrices, pour une position donnée du volant, le véhicule étant dans une condition statique donnée, et sans effort sur le système de direction. (Voir A.2.)

4.2 Effets induits sur l'orientation et le positionnement de la roue

Ce sont les effets conjugués de la cinématique de la suspension et de diverses déformations élastiques sur les paramètres définis en 4.1.

4.2.1 angle de braquage induit: Variation de l'angle de braquage d'une roue provoquée par l'effet conjugué de la cinématique de la suspension et de diverses déformations élastiques. Cet angle de braquage induit est sous-vireur lorsqu'il augmente la tendance au sous-virage ou diminue la tendance au survirage du véhicule. Il est survireur dans le cas contraire.

4.2.2 coefficient de braquage induit: Rapport entre la variation de l'angle de braquage induit et la variation correspondante d'un paramètre donné, dans des conditions statico-dynamiques données. Il convient que le paramètre considéré soit précisé par l'utilisateur et le coefficient de braquage induit soit exprimé sous la forme d'une dérivée partielle.

4.2.3 angle de carrossage induit: Variation de l'angle de carrossage d'une roue provoquée par l'effet conjugué de la cinématique de la suspension et de diverses déformations élastiques.

4.2.4 coefficient de carrossage induit: Rapport entre la variation de l'angle de carrossage induit et la variation correspondante d'un paramètre donné, dans des conditions statico-dynamiques données. Il convient que le paramètre considéré soit précisé par l'utilisateur et le coefficient de carrossage induit soit exprimé sous la forme d'une dérivée partielle.

4.3 Effets induits partiels

Dans le cas où il serait souhaitable et possible de distinguer les effets de la cinématique (voir 4.3.1) de ceux des autres déformations (voir 4.3.2), les termes suivants seront utilisés.

4.3.1 Effets de la cinématique de la suspension

Ce sont les effets des mouvements de débattement et/ou de roulis de la suspension résultant de la variation des forces verticales statiques appliquées à la roue.

4.3.1.1 angle de braquage induit par la suspension: Variation de l'angle de braquage d'une roue provoquée par la cinématique de la suspension.

4.3.1.2 camber angle change due to wheel travel kinematics: Change of the camber angle of a wheel due to wheel travel kinematics.

4.3.2 Compliance effects

These are the effects resulting from elastic deformations of the suspension/steering elements and their joints and produced by changes in the longitudinal and lateral forces and torques acting at the centre of tyre contact or the wheel centre.

4.3.2.1 compliance steer: Changes in the steer angle of a wheel due to elastic deformations.

4.3.2.2 compliance camber angle: Changes in the camber angle of a wheel due to elastic deformations.

4.4 Roll

The factors considered in this subclause are different from those in 2.2.1.3. These relate to simplified models and should be reconsidered in the future.

4.4.1 vehicle roll angle φ_V : Angle from the $X_E Y_E$ -plane to the Y_V -axis.

4.4.2 suspension roll angle φ_K : Angle from the line joining the wheel centres of an axle to the $X_V Y_V$ -plane.

NOTE — The suspension roll angles at front and rear may not be the same.

4.4.3 roll centre: Point in the transverse vertical plane through the wheel centres of an axle at which a lateral force may be applied to the sprung mass without producing suspension roll angle.

4.4.4 roll axis: Line joining the front and rear roll centres.

4.4.5 suspension roll stiffness: Rate of change in the restoring couple exerted by the suspension of a pair of wheels on the sprung mass of the vehicle with respect to change in suspension roll angle.

4.4.6 total suspension roll stiffness: Sum of the separate suspension roll stiffnesses.

5 Control modes

5.1 position control: Mode of vehicle control wherein inputs or restraints are placed upon the steering system in the form of displacements at some control point in the steering system (front wheels, Pitman arm, steering-wheel), independent of the force required.

4.3.1.2 angle de carrossage induit par la suspension: Variation de l'angle de carrossage d'une roue provoquée par la cinématique de la suspension.

4.3.2 Effets des déformations élastiques

Ce sont les effets résultant des déformations élastiques de la suspension, des composants de la direction et de leurs articulations, produits par des variations des forces longitudinales et transversales et des couples agissant aux points conventionnels de contact au sol ou au centre des roues.

4.3.2.1 angle de braquage induit par les déformations: Modification de l'angle de braquage d'une roue résultant des déformations élastiques.

4.3.2.2 angle de carrossage induit par les déformations: Modifications de l'angle de carrossage d'une roue résultant des déformations élastiques.

4.4 Roulis

Les notions traitées dans ce paragraphe sont différentes de celles traitées en 2.2.1.3. Elles correspondent à des modèles simplifiés et devront être reconsidérées dans l'avenir.

4.4.1 angle de roulis du véhicule, φ_V : Angle entre l'axe Y_V et le plan $X_E Y_E$.

4.4.2 angle de roulis de suspension, φ_K : Angle entre la ligne joignant les centres des roues d'un même essieu et le plan $X_V Y_V$.

NOTE — Les angles de roulis de suspension avant et arrière peuvent être différents.

4.4.3 centre de roulis: Point du plan vertical transversal contenant les centres des roues d'un même essieu, tel que toute force transversale appliquée à la masse suspendue en ce point ne provoque aucun roulis de suspension.

4.4.4 axe de roulis: Ligne joignant les centres de roulis avant et arrière.

4.4.5 raideur de roulis de suspension: Rapport entre la variation du couple exercé par la suspension d'un essieu sur la masse suspendue du véhicule, et la variation de l'angle de roulis de suspension.

4.4.6 raideur de roulis du véhicule: Somme des différentes raideurs de roulis de suspension.

5 Modes de pilotage

5.1 pilotage en position: Mode de pilotage du véhicule dans lequel des apports ou des absorptions d'énergie sont produits dans le système de direction sous la forme de déplacements à certains points de commande du système de direction (roues avant, bielle pendante, volant), indépendamment de la force requise.

5.2 fixed control: Mode of vehicle control wherein the position of some point in the steering system (front wheels, Pitman arm, steering-wheel) is held fixed. This is a special case of position control.

5.3 force control: Mode of vehicle control wherein inputs or restraints are placed upon the steering system in the form of forces at some control point in the steering system (front wheels, Pitman arm, steering-wheel), independent of the displacement required.

5.4 free control: Mode of vehicle control wherein no restraint is placed upon the steering system. This is a special case of force control.

6 Response

6.1 Response types

6.1.1 vehicle response: Motion of the vehicle under a specified control mode resulting from some internal or external input to the vehicle. Vehicle response can result from steady-state, transient or stochastic inputs.

6.1.2 control response: Motion of the vehicle under a specified control mode resulting from one or more inputs to the controls (e.g. steering, braking, accelerating).

6.1.3 disturbance response: Motion of the vehicle under a specified control mode resulting from unwanted inputs applied to the vehicle (e.g. wind forces or road displacements).

6.2 Equilibrium and stability

NOTE — The factors quoted in this subclause conform to general mathematical principles.

6.2.1 steady-state equilibrium: State of a vehicle where the sum of the applied external forces and moments and the inertial forces and moments which balance them form an unchanging force and moment system in the (X_V, Y_V, Z_V) and (X, Y, Z) frames of reference. (See A.2.)

6.2.2 transient state: All states that do not conform with 6.2.1.

6.2.3 non-periodic stability: Stability characteristic at a prescribed steady-state equilibrium if, following any small temporary disturbance or control input, the vehicle will return to the steady-state equilibrium without oscillation.

5.2 pilotage en position fixe: Mode de pilotage du véhicule dans lequel la position de certains points du système de direction (roues avant, bielle pendante, volant) est maintenue fixe. Ceci est un cas particulier de pilotage en position.

5.3 pilotage par une force: Mode de pilotage du véhicule dans lequel des apports ou des absorptions d'énergie sont produits dans le système de direction sous la forme de forces à certains points de commande du système de direction (roues avant, bielle pendante, volant), indépendamment du déplacement requis.

5.4 pilotage «volant libre»: Mode de pilotage du véhicule dans lequel on n'introduit aucun apport ni aucune absorption d'énergie sur le système de direction. Ceci est un cas particulier de pilotage par une force.

6 Réponse

6.1 Types de réponses

6.1.1 réponse d'un véhicule: Mouvement d'un véhicule, dans un mode de pilotage donné, résultant d'une variation de l'énergie interne ou externe du véhicule. La réponse d'un véhicule peut-être déterminée en état d'équilibre statico-dynamique, en régime transitoire ou sous l'effet d'excitations stochastiques.

6.1.2 réponse aux commandes: Mouvement du véhicule, dans un mode de pilotage donné, résultant de la sollicitation d'une ou de plusieurs commandes (c'est-à-dire, le volant, les freins, l'accélérateur).

6.1.3 réponse à une perturbation: Mouvement du véhicule, dans un mode de pilotage donné, résultant d'une excitation non intentionnelle (c'est-à-dire l'action du vent ou des déformations de la chaussée).

6.2 Équilibre et stabilité

NOTE — Les notions citées dans ce paragraphe sont conformes aux principes mathématiques généraux.

6.2.1 état d'équilibre statico-dynamique: État d'un véhicule lorsque la somme des forces et des moments extérieurs qui lui sont appliqués et des forces et des moments d'inertie qui leur font équilibre forme un système invariable dans les repères (X_V, Y_V, Z_V) et (X, Y, Z) . (Voir A.2.)

6.2.2 état transitoire: Tout état non conforme à 6.2.1.

6.2.3 stabilité apériodique: Caractéristique d'un état d'équilibre statico-dynamique qui, à l'issue de perturbations ou d'excitations de courte durée et de faible intensité, se rétablit spontanément et sans oscillation.

6.2.4 neutral stability: Stability characteristic at a prescribed steady-state equilibrium if, for any small temporary disturbance or control input, the resulting motion of the vehicle remains close to, but does not return to, the motion defined by the steady-state equilibrium.

6.2.5 oscillatory stability: Stability characteristic at a prescribed steady-state equilibrium if a small temporary disturbance or control input causes an oscillatory vehicle response of decreasing amplitude and a return to the original steady-state equilibrium.

6.2.6 non-periodic instability: Stability characteristic at a prescribed steady-state equilibrium if a small temporary disturbance or control input causes an ever-increasing vehicle response without oscillation. (See A.3.)

6.2.7 oscillatory instability: Stability characteristic at a prescribed steady-state equilibrium if a small temporary disturbance or control input causes an oscillatory vehicle response of ever-increasing amplitude about the initial steady-state equilibrium. (See A.4.)

6.3 Measure of response — Gradient

A gradient is the rate of change of a parameter A with respect to a parameter B in dependence on some given steady-state equilibrium. This rate is written:

$$\frac{\partial A}{\partial B}$$

6.3.1 steering sensitivity:

$$\frac{\partial a_Y}{\partial \delta_H}$$

6.3.2 steer angle gradient:

$$\frac{\partial \delta}{\partial a_Y}$$

6.3.3 dynamic reference steer angle gradient:

$$\frac{\partial \delta_D}{\partial a_Y}$$

6.3.4 steering-wheel angle gradient:

$$\frac{\partial \delta_H}{\partial a_Y}$$

NOTE — This gradient is the inverse of the steering sensitivity.

6.3.5 steering-wheel torque gradient:

$$\frac{\partial M_H}{\partial a_Y}$$

6.2.4 stabilité indifférente: Caractéristique d'un état d'équilibre statico-dynamique qui, sous l'effet de perturbations ou d'excitations de courte durée et de faible intensité, se déplace vers un état d'équilibre voisin, sans rétablissement spontané de l'équilibre initial.

6.2.5 stabilité oscillatoire: Caractéristique d'un état d'équilibre statico-dynamique qui, à l'issue de perturbations ou d'excitations de courte durée et de faible intensité, se rétablit spontanément par oscillations successives d'amplitude décroissante.

6.2.6 instabilité aperiodique: Caractéristique d'un état d'équilibre statico-dynamique qui, sous l'effet de perturbations ou d'excitations de courte durée et de faible intensité, diverge de l'état initial de façon croissante et régulière. (Voir A.3.)

6.2.7 instabilité oscillatoire: Caractéristique d'un état d'équilibre statico-dynamique qui, sous l'effet de perturbations ou d'excitations de courte durée et de faible intensité, diverge de l'état initial par oscillations d'amplitude croissante. (Voir A.4.)

6.3 Grandeurs liées aux réponses — Gradients

Un gradient est le rapport entre la variation d'un paramètre A et la variation correspondante d'un paramètre B pour un état d'équilibre statico-dynamique donné. Ce rapport est noté:

$$\frac{\partial A}{\partial B}$$

6.3.1 sensibilité de direction:

$$\frac{\partial a_Y}{\partial \delta_H}$$

6.3.2 gradient d'angle de braquage:

$$\frac{\partial \delta}{\partial a_Y}$$

6.3.3 gradient de braquage dynamique de référence:

$$\frac{\partial \delta_D}{\partial a_Y}$$

6.3.4 gradient d'angle au volant:

$$\frac{\partial \delta_H}{\partial a_Y}$$

NOTE — C'est l'inverse de la sensibilité de direction.

6.3.5 gradient de couple au volant:

$$\frac{\partial M_H}{\partial a_Y}$$

6.3.6 Roll angle gradient**6.3.6.1 vehicle roll angle gradient:**

$$\frac{\partial \phi_V}{\partial a_Y}$$

6.3.6.2 suspension roll angle gradient:

$$\frac{\partial \phi_K}{\partial a_Y}$$

6.3.7 sideslip angle gradient:

$$\frac{\partial \beta}{\partial a_Y}$$

6.3.8 steering-wheel/sideslip angle gradient:

$$\frac{\partial \delta_H}{\partial \beta}$$

6.3.9 understeer gradient:

$$\frac{\partial \delta_H}{\partial a_Y} \times \frac{1}{i_S} - \frac{\partial \delta_D}{\partial a_Y}$$

6.3.10 stability factor:

$$\frac{\text{understeer gradient}}{\text{wheelbase}}$$

6.3.11 directional coefficient:

$$\frac{\text{stability factor}}{\text{sideslip angle gradient}}$$

6.4 Steer properties

(See A.5 and figure B.3.)

6.4.1 understeer: Steer property at a steady-state equilibrium where the understeer gradient is positive.

6.4.2 oversteer: Steer property at a steady-state equilibrium where the understeer gradient is negative.

6.4.3 neutral steer: Steer property at a steady-state equilibrium where the understeer gradient is zero.

6.4.4 critical speed $v_{X, \text{crit}}$: Longitudinal velocity for an oversteer vehicle at which the steering sensitivity at zero lateral acceleration becomes infinite.

6.3.6 Gradient d'angle de roulis**6.3.6.1 gradient d'angle de roulis du véhicule:**

$$\frac{\partial \phi_V}{\partial a_Y}$$

6.3.6.2 gradient d'angle de roulis de suspension:

$$\frac{\partial \phi_K}{\partial a_Y}$$

6.3.7 gradient d'angle de dérive:

$$\frac{\partial \beta}{\partial a_Y}$$

6.3.8 gradient d'angle au volant par rapport à l'angle de dérive:

$$\frac{\partial \delta_H}{\partial \beta}$$

6.3.9 gradient de sous-virage:

$$\frac{\partial \delta_H}{\partial a_Y} \times \frac{1}{i_S} - \frac{\partial \delta_D}{\partial a_Y}$$

6.3.10 indice de stabilité:

$$\frac{\text{gradient de sous-virage}}{\text{empattement}}$$

6.3.11 indice directionnel:

$$\frac{\text{indice de stabilité}}{\text{gradient d'angle de dérive}}$$

6.4 Comportement

(Voir A.5 et figure B.3.)

6.4.1 véhicule sous-vireur: Un véhicule est sous-vireur, dans un état statico-dynamique donné, si le gradient de sous-virage est positif.

6.4.2 véhicule survireur: Un véhicule est survireur, dans un état statico-dynamique donné, si le gradient de sous-virage est négatif.

6.4.3 véhicule neutre: Un véhicule est neutre, dans un état statico-dynamique donné, si le gradient de sous-virage est nul.

6.4.4 vitesse critique, $v_{X, \text{crit}}$: Vitesse longitudinale d'un véhicule survireur pour laquelle la sensibilité de direction devient infinie quand l'accélération transversale tend vers zéro.

7 Wheels and tyres

In this clause, the terms “wheel” indicates the wheel/tyre assembly. Terms defined refer to the wheel axis system. The notation permits definition with respect to other axis systems (see clause 1).

Furthermore the letters X_W , Y_W , Z_W may be qualified by indices indicating the wheel considered. Odd numbers refer to the left-hand wheels and even numbers to right-hand wheels in the order of the axles from front to rear.

7.1 Wheel orientation

7.1.1 wheel axis system X_W , Y_W , Z_W : Right-hand orthogonal axis system in which the $X_W Y_W$ -plane coincides with the $X_E Y_E$ -plane, the X_W -axis being the intersection of the wheel plane with the $X_E Y_E$ -plane with a positive direction forward. The Z_W -axis points upwards and the origin is in the centre of tyre contact.

7.1.2 slip angle α : Angle from the X_W -axis to the tangent to the trajectory of the centre of tyre contact. It is positive to the left.

7.1.3 inclination angle ε_W : Angle from the Z_W -axis to the wheel plane. It is positive to the right.

NOTE — This angle will have the same magnitude as the camber angle ε_V .

7.2 Rolling characteristics

7.2.1 static loaded radius r_{stat} : Distance between the wheel centre and the centre of tyre contact measured under given conditions of load, inflation pressure and rim (width and profile) on which the tyre is fitted.

NOTE — It is usually shown for zero inclination angle.

7.2.2 dynamic rolling circumference C_R : Distance travelled on the ground during one rotation of the wheel under given conditions of load, inflation pressure, temperature, speed, etc.

7.2.3 dynamic rolling radius r_{dyn} :

$$r_{\text{dyn}} = \frac{C_R}{2\pi}$$

7.2.4 free-rolling wheel: Loaded rolling wheel subject to neither braking nor driving torques, under given conditions.

7.2.5 wheel rotation speed ω : Angular velocity of a wheel about its spin axis. It is positive for forward motion.

7 Roues et pneus

Dans cet article, le terme « roue » désigne l'ensemble « pneu-roue ». Les termes sont définis par rapport au référentiel roue. La notation permet d'utiliser les définitions par rapport à d'autres référentiels (voir article 1).

De plus, les lettres X_W , Y_W , Z_W peuvent être affectées d'un indice indiquant la roue considérée (les chiffres impairs liés aux roues gauche, les chiffres pairs aux roues droite, dans l'ordre des essieux en allant de l'avant vers l'arrière).

7.1 Orientation de la roue

7.1.1 référentiel roue, (X_W , Y_W , Z_W): Trièdre orthogonal direct dans lequel le plan $X_W Y_W$ coïncide avec le plan $X_E Y_E$, l'axe X_W étant défini par l'intersection du plan de la roue et du plan $X_E Y_E$ (positif vers l'avant), l'origine étant située au point conventionnel de contact au sol et l'axe Z_W étant orienté vers le haut.

7.1.2 angle de dérive du pneu, α : Angle entre l'axe X_W et la tangente à la trajectoire du point conventionnel de contact au sol. Cet angle est positif vers la gauche.

7.1.3 angle d'inclinaison du pneu, ε_W : Angle entre l'axe Z_W et le plan de la roue. Cet angle est positif vers la droite.

NOTE — Sa valeur est celle de l'angle de carrossage, ε_V .

7.2 Caractéristiques de roulement

7.2.1 rayon sous charge statique, r_{stat} : Distance du centre de la roue au point conventionnel de contact au sol dans des conditions données de charge, de pression de gonflage et de jante de montage (largeur et profil).

NOTE — Généralement cette caractéristique est indiquée pour un angle d'inclinaison du pneu nul.

7.2.2 circonférence de roulement dynamique (du pneu), C_R : Distance parcourue au sol pour un tour de roue dans des conditions spécifiées de charge, de pression de gonflage, de température, de vitesse, etc.

7.2.3 rayon de roulement dynamique, r_{dyn} :

$$r_{\text{dyn}} = \frac{C_R}{2\pi}$$

7.2.4 roue sans couple: Roue sous charge n'étant soumise à aucun couple de freinage ou de traction, sauf celui compensant la résistance au roulement du pneumatique, dans des conditions données.

7.2.5 vitesse de rotation d'une roue, ω : Vitesse angulaire d'une roue autour de son axe de rotation. Cette vitesse est positive en marche avant.

7.2.6 wheel rotation speed of straight free-rolling wheel
 ω_0 : Wheel rotation speed of a free-rolling wheel moving in a straight line at zero inclination angle and zero slip angle.

7.2.7 rolling resistance of tyre F_R : Loss (or energy consumed) in the tyre per unit distance. This is equivalent to a drag force.

7.2.8 rolling resistance coefficient (usually expressed in 1/1000):

$$\frac{F_R}{F_{Z_W}}$$

7.3 Wheel forces and moments

External forces acting from the ground on the wheel at any instant can be summed into one ground reaction force vector $\vec{F}_W$ and one ground reaction moment vector $\vec{M}_W$.

7.3.1 Components of ground reaction force $\vec{F}_W$

7.3.1.1 longitudinal force at wheel F_{X_W} : Component of the ground reaction force in the direction of the X_W -axis.

7.3.1.2 lateral force at wheel F_{Y_W} : Component of the ground reaction force in the direction of the Y_W -axis.

7.3.1.3 vertical force at wheel F_{Z_W} : Component of the ground reaction force in the direction of the Z_W -axis.

7.3.2 Components of ground reaction moment $\vec{M}_W$

7.3.2.1 overturning moment M_{X_W} : Component of the ground reaction moment in the direction of the X_W -axis.

7.3.2.2 rolling moment M_{Y_W} : Component of the ground reaction moment in the direction of the Y_W -axis.

7.3.2.3 aligning moment M_{Z_W} : Component of the ground reaction moment in the direction of the Z_W -axis.

NOTE — This is generally a corrective moment, called a "self-aligning moment".

7.4 Longitudinal properties

7.4.1 longitudinal force coefficient μ_{X_W} : Relationship between the longitudinal force on the wheel and the vertical load which the wheel bears. It is positive for a driving force.

$$\mu_{X_W} = \frac{F_{X_W}}{F_{Z_W}}$$

7.2.6 vitesse de rotation d'une roue sans couple en ligne droite, ω_0 : Vitesse de rotation d'une roue sans couple roulant en ligne droite avec un angle d'inclinaison du pneu et un angle de dérive du pneu nuls.

7.2.7 résistance au roulement du pneu, F_R : Perte (ou consommation) d'énergie par unité de distance parcourue. Ceci équivaut à une force de frottement.

7.2.8 coefficient de résistance au roulement (du pneu) (généralement exprimé en pour mille):

$$\frac{F_R}{F_{Z_W}}$$

7.3 Forces et moments

L'ensemble des forces extérieures agissant sur la roue à un instant donné se réduit à une force $\vec{F}_W$ et à un moment $\vec{M}_W$ représentant la réaction du sol sur la roue.

7.3.1 Composantes de la réaction sol/roue, $\vec{F}_W$

7.3.1.1 force longitudinale à la roue, F_{X_W} : Projection sur l'axe X_W de la réaction du sol sur la roue.

7.3.1.2 force transversale à la roue, F_{Y_W} : Projection sur l'axe Y_W de la réaction du sol sur la roue.

7.3.1.3 force verticale à la roue, F_{Z_W} : Projection sur l'axe Z_W de la réaction du sol sur la roue.

7.3.2 Composantes du moment de réaction sol/roue, $\vec{M}_W$

7.3.2.1 moment de renversement, M_{X_W} : Projection sur l'axe X_W de la somme des moments appliqués à la roue et tendant à faire pivoter la roue autour de l'axe X_W .

7.3.2.2 moment de roulement, M_{Y_W} : Projection sur l'axe Y_W de la somme des moments appliqués à la roue et tendant à faire tourner la roue autour de l'axe Y_W .

7.3.2.3 moment d'alignement, M_{Z_W} : Projection sur l'axe Z_W de la somme des moments appliqués à la roue et tendant à faire tourner la roue autour de l'axe Z_W .

NOTE — Il s'agit généralement d'un couple de rappel appelé « couple d'autoalignement ».

7.4 Propriétés longitudinales

7.4.1 adhérence longitudinale utilisée, μ_{X_W} : Rapport entre la force longitudinale à la roue et la charge verticale qu'elle supporte. Il est positif dans le cas d'une force propulsive.

$$\mu_{X_W} = \frac{F_{X_W}}{F_{Z_W}}$$

7.4.2 maximum longitudinal force coefficient $\mu_{XW, \max}$: Maximum value of μ_{XW} attainable in longitudinal slip on a given surface under given conditions. (See figure B.4.)

7.4.3 sliding braking force coefficient $\mu_{XW, \text{lock}}$: Value of the longitudinal force coefficient μ_{XW} obtained on a locked wheel on a given surface and under given conditions. (See figure B.4.)

NOTE — This value is negative.

7.4.4 longitudinal adhesion utilization coefficient e_{XW} :

$$e_{XW} = \frac{\mu_{XW}}{\mu_{XW, \max}}$$

NOTE — This value is positive.

7.4.5 longitudinal slip angular velocity:

$$\omega - \omega_0$$

Both spin velocities are measured at the same linear velocity of the wheel centre in X_W -direction. A positive value results from driving torque.

7.4.6 longitudinal slip S_{XW} :

$$S_{XW} = \frac{\omega - \omega_0}{\omega_0}$$

7.4.7 critical longitudinal slip $S_{XW, \text{crit}}$: Value of the longitudinal slip, S_{XW} , at which the maximum longitudinal force coefficient, $\mu_{XW, \max}$, occurs. It is positive for a driving force. (See figure B.4.)

7.4.8 longitudinal force/longitudinal slip gradient:

$$\frac{\partial F_{XW}}{\partial S_{XW}}$$

7.5 Lateral properties and stiffnesses

7.5.1 lateral force coefficient μ_{YW} :

$$\mu_{YW} = \frac{F_{YW}}{F_{ZW}}$$

7.5.2 maximum lateral force coefficient $\mu_{YW, \max}$: Maximum value of μ_{YW} attainable for a free-rolling wheel on a given surface and under given conditions.

7.5.3 sliding lateral force coefficient $\mu_{YW, \text{lock}}$: Value of the lateral force coefficient μ_{YW} where the longitudinal component of the wheel velocity vector and the wheel rotation speed are zero.

7.4.2 adhérence longitudinale maximale, $\mu_{XW, \max}$: Valeur maximale que peut atteindre μ_{XW} en fonction du glissement longitudinal sur un revêtement donné et dans des conditions données. (Voir figure B.4.)

7.4.3 adhérence longitudinale roue bloquée, $\mu_{XW, \text{bloquée}}$: Valeur prise par μ_{XW} quand la roue est bloquée, sur un revêtement donné et dans des conditions données. (Voir figure B.4.)

NOTE — Cette valeur est négative.

7.4.4 coefficient d'utilisation de l'adhérence longitudinale, e_{XW} :

$$e_{XW} = \frac{\mu_{XW}}{\mu_{XW, \max}}$$

NOTE — Cette valeur est positive.

7.4.5 vitesse angulaire de glissement longitudinal:

$$\omega - \omega_0$$

Ces deux vitesses de rotation sont mesurées l'une et l'autre pour une même vitesse linéaire du centre de la roue dans la direction de l'axe X_W . La valeur de $\omega - \omega_0$ est positive pour un couple de propulsion.

7.4.6 glissement longitudinal, S_{XW} :

$$S_{XW} = \frac{\omega - \omega_0}{\omega_0}$$

7.4.7 glissement longitudinal critique, $S_{XW, \text{crit}}$: Valeur du glissement longitudinal, S_{XW} , correspondant au maximum de l'adhérence longitudinale, $\mu_{XW, \max}$. Cette valeur est positive dans le cas d'une force de propulsion. (Voir figure B.4.)

7.4.8 gradient de la force longitudinale à la roue par rapport au glissement longitudinal:

$$\frac{\partial F_{XW}}{\partial S_{XW}}$$

7.5 Propriétés latérales

7.5.1 adhérence latérale utilisée, μ_{YW} :

$$\mu_{YW} = \frac{F_{YW}}{F_{ZW}}$$

7.5.2 adhérence latérale maximale, $\mu_{YW, \max}$: Valeur maximale que peut atteindre μ_{YW} pour une roue sans couple, sur un revêtement donné et dans des conditions données.

7.5.3 adhérence latérale roue bloquée, $\mu_{YW, \text{bloquée}}$: Valeur prise par l'adhérence latérale quand la composante longitudinale de la vitesse linéaire du centre de la roue et la vitesse de rotation de la roue sont nulles.

7.5.4 critical slip angle α_{crit} : Value of the slip angle at which the maximum lateral force at the wheel occurs under given conditions.

7.5.5 cornering stiffness:

$$-\frac{\partial F_{Y_W}}{\partial \alpha}$$

NOTE — It is usually evaluated at zero slip angle.

7.5.6 camber stiffness:

$$-\frac{\partial F_{Y_W}}{\partial \varepsilon_W}$$

NOTE — It is usually evaluated at zero inclination angle.

7.5.7 lateral stiffness: Rate of change in the lateral force at the wheel with respect to the displacement of the wheel centre in the negative direction of the Y_W -axis relative to the supporting surface.

NOTE — It is usually evaluated at zero inclination angle and zero wheel rotation speed.

7.5.4 angle de dérive critique, α_{crit} : Valeur de l'angle de dérive du pneu correspondant à la valeur maximale de la force latérale à la roue, dans des conditions données.

7.5.5 raideur de dérive:

$$-\frac{\partial F_{Y_W}}{\partial \alpha}$$

NOTE — Est généralement évaluée pour un angle de dérive nul.

7.5.6 raideur de carrossage:

$$-\frac{\partial F_{Y_W}}{\partial \varepsilon_W}$$

NOTE — Est généralement évaluée pour un angle d'inclinaison nul.

7.5.7 raideur latérale du pneu: Rapport entre la variation de la force transversale à la roue et le déplacement linéaire du centre de la roue dans le sens négatif de l'axe Y_W , par rapport au sol.

NOTE — Est généralement évaluée pour un angle d'inclinaison nul et à une vitesse de rotation de la roue nulle.

Annex A (informative)

Comments on terms and definitions

A.1 The centre of tyre contact may not be the geometric centre of the tyre contact area due to distortion of the tyre produced by applied force.

A.2 Passenger vehicles exhibit varying characteristics depending upon test conditions and the particular steady-state equilibrium taken. Test conditions refer to vehicle conditions such as wheel loads, front wheel alignment, tyre inflation pressure, and also atmospheric and road conditions which affect vehicle parameters. For example, temperature may change damping characteristics and slippery road surfaces may change tyre cornering properties. Steady-state equilibrium has been previously defined as the vehicle operating conditions within a given environment, and may be specified in part by steer angle, longitudinal velocity and lateral acceleration. Since all these factors change the vehicle behaviour, the vehicle stability needs to be examined separately for each environment and steady-state equilibrium.

For a given set of vehicle parameters and particular test conditions, the vehicle may be examined for each theoretically attainable steady-state equilibrium. The conditions which most affect stability are the steady-state values of longitudinal velocity and lateral acceleration. In practice, it is possible for a vehicle to be stable under one set of operating conditions and unstable under another.

A.3 Non-periodic instability may be illustrated by operation above the critical speed of an oversteer vehicle. Any input to the steering-wheel will place the vehicle in a turn of ever-decreasing radius unless the driver makes compensations to the steering-wheel to maintain general equilibrium. This condition represents non-periodic instability (see figure B.3). A linear mathematical model of a vehicle is unstable when its characteristic equation has any positive real root.

A.4 Oscillatory instability may be illustrated by the free control response following a pulse of displacement or force to the steering-wheel. Some vehicles will turn first in one direction and then to the other and so on, until the amplitude of the motion increases to the extent that the vehicle "spins out". In this event, the vehicle does not attempt to change its general direction of motion, but also does not achieve a steady-state condition and has an oscillatory motion. A linear mathematical model of a vehicle is oscillatorily unstable when its characteristic equation has any complex root with positive real parts.

Annexe A (informative)

Commentaires sur les termes et définitions

A.1 En raison des déformations du pneumatique provoquées par les forces appliquées, le point conventionnel de contact au sol n'est pas nécessairement au centre de l'empreinte du pneu.

A.2 Les caractéristiques des voitures particulières varient avec les conditions d'essai et en fonction des états d'équilibre statico-dynamiques particuliers qui sont obtenus. Les conditions d'essai incluent aussi bien les conditions propres au véhicule telles que la charge sur les roues, le réglage du train avant ou la pression de gonflage des pneus, que les conditions atmosphériques ou l'état de la piste qui affectent également les paramètres du véhicule. À titre d'exemple, la température peut modifier les caractéristiques d'amortissement tandis qu'une piste glissante peut modifier les propriétés directionnelles des pneumatiques. L'état d'équilibre statico-dynamique a été précédemment défini en tant que conditions de fonctionnement du véhicule dans un environnement donné et pouvant être décrit en partie par l'angle de braquage, la vitesse longitudinale et l'accélération transversale. Comme chacun de ces facteurs modifie le comportement du véhicule, la stabilité du véhicule doit être étudiée séparément pour chaque environnement et chaque état statico-dynamique.

Dans un ensemble donné de paramètres relatifs au véhicule et de conditions d'essai spécifiques, il est admis d'étudier le véhicule pour chaque état d'équilibre statico-dynamique théoriquement possible. Les conditions qui affectent le plus la stabilité sont la vitesse longitudinale et l'accélération transversale en régime permanent. En pratique, un véhicule peut être stable dans un ensemble de conditions et instable dans des conditions différentes.

A.3 L'illustration de l'instabilité aperiodique est donnée par l'utilisation d'un véhicule survireur au-dessus de sa vitesse critique. Toute sollicitation du volant de direction se traduira par une trajectoire à rayon décroissant à moins que le conducteur n'effectue des compensations à l'aide du volant pour maintenir l'équilibre général. Ces conditions sont représentatives de l'instabilité aperiodique (voir figure B.3). Le modèle mathématique linéaire d'un tel véhicule a au moins une racine réelle positive.

A.4 L'illustration de l'instabilité oscillatoire est donnée par le comportement de certains véhicules, placés en mode de pilotage «volant libre» à l'issue d'une sollicitation de braquage (force ou déplacement). Certains véhicules vireront alternativement dans un sens puis dans le sens opposé avec une amplitude croissante jusqu'à partir en «toupie». Dans ce cas, le véhicule ne tend pas à modifier la direction générale de son mouvement, mais il n'atteint jamais l'état d'équilibre statico-dynamique et a un mouvement oscillatoire. Le modèle mathématique linéaire d'un tel véhicule a au moins une racine complexe possédant une partie réelle positive.

A.5 It is possible for a vehicle to show understeer for small inputs and oversteer for large inputs (or the opposite), since it is a non-linear system and does not have the same characteristics at all steady-state equilibriums (see figure B.3). Consequently it is necessary to specify the range of inputs and velocities when making a determination of the vehicle's steer characteristics.

A.5 Il est possible qu'un même véhicule présente un caractère sous-vireur sous de faibles sollicitations et un caractère survireur sous de fortes sollicitations. Le contraire est également possible (voir figure B.3). Il s'agit en effet d'un système non linéaire qui n'a pas les mêmes caractéristiques dans tous les états statico-dynamiques. Il est par conséquent nécessaire de qualifier la plage d'amplitude des sollicitations et des vitesses pour déterminer la réponse au volant d'un véhicule.

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 8855:1991