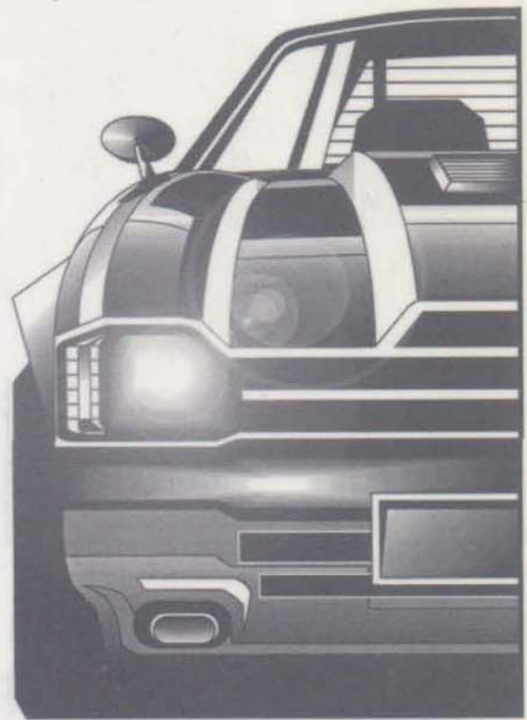


Dynamique du véhicule

Modélisation des systèmes complexes



Jean-Pierre Brossard

2^e et 3^e cycles



TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE	V
AVANT-PROPOS	VII
CHAPITRE 1 CINÉMATIQUE GÉNÉRALE DU VIRAGE	1
1.1 Schématisation pour la cinématique externe	1
1.2 Géométrie réelle	5
1.3 Relations de liaison.....	11
1.4 Relations entre les paramètres	14
1.5 Etude du virage de rayon fini.....	17
1.6 Modèle bicyclette. Angle d'Ackerman	22
1.7 Relation pratique-épure de Jeantaud	29
1.8 Commande de direction	34
1.9 Différentes possibilités de réaliser un braquage du véhicule	45
1.10 Modèle à quatre roues directrices	45
1.11 Modèle à roues avant et arrière moyennes directrices	51
1.12 Stratégie de pilotage	55
1.13 Problèmes généraux de la transmission	62
1.14 Boîtes de vitesses et variateurs	64
1.15 Différentiels et réducteurs	96
1.16 Transmission globale	116
1.17 Bibliographie	123
CHAPITRE 2 DYNAMIQUE GÉNÉRALE DU VÉHICULE	125
2.1 Modélisation externe-solides (S_{10}), (S_4), (S_5), (S_6), (S_7), (S_1)	125
2.2 Schéma de base – Modélisation interne	129
2.3 Eléments d'inertie	132
2.4 Eléments de cinétique	146
2.5 Actions mécaniques agissant sur le véhicule	161
2.6 Actions mécaniques internes	164
2.7 Equations générales de la dynamique	166
2.8 Bibliographie	177

CHAPITRE 3	ACTIONS MÉCANIQUES INTERNES – RESSORTS AMORTISSEURS	179
3.1	Eléments de base, ressorts, amortisseurs	180
3.2	Axe longitudinal de rotation	202
3.3	Raideur antiroulis	211
3.4	Amortissement en roulis	228
3.5	Bibliographie	231
CHAPITRE 4	ACTIONS AÉRODYNAMIQUES	233
4.1	Introduction	233
4.2	Forme générale du torseur aérodynamique	235
4.3	Véhicule «sans dérapage» aérodynamique, différentes formulations du torseur aérodynamique	240
4.4	Résultats expérimentaux concernant le véhicule sans dérapage aérodynamique	245
4.5	Véhicule en dérapage aérodynamique	267
4.6	Véhicule en dérapage aérodynamique – Différentes formulations	273
4.7	Véhicule en dérapage aérodynamique. Résultats expérimentaux concernant le torseur complet	278
4.8	Bibliographie	289
CHAPITRE 5	ACTIONS SOL/ROUE – MODÈLE À ROUES RIGIDES	291
5.1	Lois de Coulomb pour $\vec{F}_{oi}$	291
5.2	Lois de Coulomb pour $\vec{M}_{oi}(A_i)$	296
5.3	Bibliographie	301
CHAPITRE 6	MÉCANIQUE DU PNEUMATIQUE	303
6.1	Dispositif idéal pour l'étude des actions sol-roue	304
6.2	Déformations élastiques du pneumatique. Roue au repos	305
6.3	Roue en mouvement. Phénomène de dérive	312
6.4	Paramètres influant sur la loi force/dérive	322
6.5	Roue en mouvement, effort longitudinal – Résistance au roulement	345
6.6	Représentation de Pacejka	354
6.7	Principe d'une théorie macroscopique du pneumatique	364
6.8	Principe d'une théorie macroscopique pour l'effort longitudinal (X_{01} , M_{01})	383
6.9	Bibliographie	393
CHAPITRE 7	CINÉMATIQUE EN ROUES ÉLASTIQUES	395
7.1	Cinématique d'un modèle sans déformation transversale: véhicule à deux roues directrices	397

7.2	Centre instantané de rotation	406
7.3	Rayon de virage	407
7.4	Dérive globale du véhicule	408
7.5	Relations entre les angles de braquage β_2 et β_3	409
7.6	Modèle à roues moyennes ou modèle bicyclette	411
7.7	Synthèse de la description cinématique du mouvement lorsqu'il y a dérive	422
7.8	Modèle avec braquages avant et arrière	424
7.9	Modèle avec déformation latérale des pneumatiques ...	429
7.10	Bibliographie	432
CHAPITRE 8	ÉLASTOCINÉMATIQUE	433
8.1	Exemple général concernant l'étude d'un élément de suspension	433
8.2	Exemple général concernant un train	443
8.3	Généralisation	455
8.4	Bibliographie	462
CHAPITRE 9	ÉTAT STATIONNAIRE DE VIRAGE EN ROUES RIGIDES	463
9.1	Rappel sur le modèle simplifié	464
9.2	Différentes possibilités logiques	464
9.3	Rappel sur les résultats de cinématique	465
9.4	Actions mécaniques appliquées au véhicule lorsqu'il y a roulement sans glissement	466
9.5	Equations du mouvement	468
9.6	Etat stationnaire à vitesse constante	471
9.7	Expressions pratiques des conditions aux limites	477
9.8	Bibliographie	489
CHAPITRE 10	ÉTAT STATIONNAIRE DE VIRAGE DE RAYON FINI: MODÈLE LACET-DÉRIVE	491
10.1	Repères utilisés	491
10.2	Modèle adopté pour la cinématique	492
10.3	Equations du mouvement	492
10.4	Existence d'un état stationnaire – Modèle linéaire	503
10.5	Existence d'un état stationnaire – Modèle non linéaire	511
10.6	Réponse du véhicule	515
10.7	Caractéristiques pour avoir un véhicule de comportement donné	529
10.8	Essais de véhicule	530
10.9	Formulation de Miliken	534
10.10	Braquage limite avec dérive	537
10.11	Influence des déformations de train et du braquage induit par le roulis	537
10.12	Influence du carrossage	546

10.13	Influence du moment d'auto-alignement	548
10.14	Gradient général de sous-virage	550
10.15	Influence des forces longitudinales	554
10.16	Influence des actions normales Z_{0i}	560
10.17	Influence de l'aérodynamique	561
10.18	Bibliographie	566
CHAPITRE 11	STABILITÉ DE L'ÉTAT STATIONNAIRE	567
11.1	Equations du mouvement voisin. Cas linéaire	567
11.2	Condition de stabilité	570
11.3	Extension au modèle avec déformation de train	572
11.4	Etude du cas non linéaire	573
11.5	Facteurs influents pour la stabilité	575
11.6	Bibliographie	575
CHAPITRE 12	RÉPONSE TRANSITOIRE LACET-DÉRIVE	577
12.1	Etude de la réponse à des perturbations	577
12.2	Réponse à une commande	598
12.3	Influence de la déformation de train	618
12.4	Perception de la réponse du véhicule par le pilote	621
12.5	Bibliographie	622
CHAPITRE 13	ÉTAT STATIONNAIRE DE ROULIS	623
13.1	Equations utilisées	623
13.2	Etude du mouvement de roulis	625
13.3	Détermination des actions mécaniques sol-roue dans le cas où l'on a un échelon de braquage	632
13.4	Limite de vitesse en virage	637
13.5	Bibliographie	638
CHAPITRE 14	ÉTAT STATIONNAIRE LACET-DÉRIVE-ROULIS	641
14.1	Repérage utilisé	641
14.2	Modèle adopté pour la cinématique	643
14.3	Equations du mouvement	647
14.4	Existence d'un état stationnaire modèle linéaire	653
14.5	Réponse du véhicule	659
14.6	Transfert de charge	670
14.7	Bibliographie	674
CHAPITRE 15	STABILITÉ DE L'ÉTAT STATIONNAIRE. MOUVEMENT LACET-DÉRIVE-ROULIS	675
15.1	Equations du mouvement voisin, cas linéaire	675
15.2	Conditions de stabilité	681
15.3	Bibliographie	683

CHAPITRE 16	RÉPONSE TRANSITOIRE DU MOUVEMENT	
	LACET-DÉRIVE-ROULIS	685
16.1	Réponse à des perturbations	685
16.2	Réponse à une commande	696
16.3	Bibliographie	705
	PRINCIPAUX SYMBOLES	707
	INDEX.....	711