

# LA TRACTION AVANT

Étude des dérapages des roues  
avant et des roues arrières d'une  
voiture décrivant un virage

par

**M. J.-A. GRÉGOIRE**

Ancien élève de l'École Polytechnique, Docteur en  
Droit, Administrateur des Automobiles TRACTA





# LA TRACTION AVANT <sup>(1)</sup>

(Conclusion des discussions de la 1<sup>re</sup> Section Technique S.I.A. : *voiture*)

RÉUNION DU 11 AVRIL 1933. — Présidence de : M. M. GOUDARD

**M. le Président.** — Je passe la parole à M. J.-A. Grégoire, ancien élève de l'École Polytechnique, Docteur en droit, Administrateur de la Société des Automobiles Tracta, qui va vous parler de *La Traction Avant*.

M. Grégoire a été l'animateur de ces voitures qui ont véritablement, en France, montré une voie presque industrielle à la solution de la « Traction Avant ». Ses voitures ont participé aux diverses épreuves des 24 heures du Mans et ont obtenu des résultats extrêmement intéressants.

La parole est à M. Grégoire.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

MESDAMES,

MESSIEURS ET CHERS COLLÈGUES,

Il est de règle lorsqu'on entame la question de la transmission avant dans l'automobile d'invoquer avec stupéfaction le manque de logique de la solution orthodoxe. On n'oublie jamais d'ajouter quelques mots sur la locomotive et le train, la charrue et les bœufs. Cette charrue et ces bœufs ont le mérite de donner immédiatement une petite allure littéraire et bon enfant au prologue d'une discussion qui pourra être technique et aride. Je ne citerai donc que pour mémoire ces préliminaires traditionnels.

Les voitures à transmission avant ne datent pas d'hier. C'est ainsi qu'en 1899 le *Sport Universel illustré* publiait à l'occasion du Salon Automobile de l'année les lignes suivantes :

(1) « Les figures relatives aux joints sont extraites de la notice « la transmission aux roues avant de l'automobile », par J.-A. Grégoire, dans laquelle se trouvent les descriptions complètes des divers joints. »

« La Société des Automobiles H. De Riancey présente un type de voiturette qui a reçu l'approbation des spécialistes les plus compétents, parmi lesquels M. Baudry de Saulnier.

« Partant de ce principe qu'il est infiniment plus rationnel de faire tirer que de faire pousser sa voiturette, M. De Riancey a inventé un avant-train tracteur et directeur qui joue devant elle, le rôle du cheval devant votre charrette anglaise, ami lecteur. Cette concession à vos goûts équestres lui vaudra vos suffrages et aussi votre visite j'espère.

« En dehors des avantages spéciaux, techniques, qui sont le groupement du mécanisme, la facilité de le protéger, la suppression de trépidation, la stabilité de l'ensemble, grâce à un équilibre absolu; ce dispositif assure au modèle une légèreté encore trop rare parmi les véhicules à pétrole et permet des transformations indéfinies, l'avant-train pouvant s'atteler même aux caisses des voitures à chevaux, après une adaptation facile. »

Si cette solution évidente ne s'est pas généralisée, c'est que sa réalisation présentait une difficulté primordiale. Il fallait en effet, pour assurer la direction, ou bien faire tourner tout l'ensemble moteur avec les roues (ce qui n'est pas admissible), ou bien transmettre le mouvement du moteur fixe aux roues d'orientation variable. Mais alors, quelle transmission utiliser pour entraîner des roues avant motrices qui doivent être aussi directrices, braquant jusqu'à une quarantaine de degrés

C'était là, je crois, le point délicat du problème et l'écueil sur lequel se sont heurtés tous les ingénieurs travaillant la question.

J'ai l'intention, en commençant par l'étude de cette question, de passer rapidement en re-



vue les inconvénients et difficultés de réalisation de la voiture à transmission AV. Je préfère d'ailleurs le terme difficulté de réalisation au terme inconvénient. Vous verrez avec moi, Messieurs, que chaque question a sa réponse, chaque problème sa solution. Je laisserai de côté, aussi bien dans l'exposé des difficultés que dans celui des avantages, les moins importants. C'est ainsi que par exemple, je ne vous rappellerai que pour mémoire la savoureuse objection d'un grave Docteur allemand dans une revue technique de son pays. Ce savant prétendait que la transmission AV n'avait aucun avenir dans l'automobile, car le créateur, dans sa sagesse, avait doté les animaux les plus rapides comme le lièvre de « pattes arrière motrices ».

### DIFFICULTÉS DE RÉALISATIONS ET PROBLÈMES A RÉSOUDRE

La première difficulté a donc été celle de transmettre la puissance aux roues avant.

On a songé à la transmission par joint à la cardan. Ce joint à la cardan que vous connaissez tous et que je considère dans sa simplicité comme une des plus merveilleuses réalisations mécaniques a été imaginé par Jérôme Cardan. Curieuse figure que celle de ce Cardan qui vécut de 1501 à 1576. Pensionné par le Pape, il menait une vie effroyablement déréglée. On prétend même que, ayant prédit l'époque de sa mort, il se laissa mourir de faim pour justifier sa prédiction.

L'inconvénient des joints à la Cardan est le suivant. Lorsque l'arbre meneur, celui du différentiel par exemple, tourne à une vitesse constante, l'arbre mené, qui sera l'arbre de roue, tournera à une vitesse variable.

Le rapport des vitesses  $\alpha$  et  $\beta$  de deux arbres formant ensemble un angle  $\theta$ ,  $\gamma$  étant l'arc décrit par l'arbre de vitesse  $\beta$ , est de

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{\cos \theta}{1 - \sin^2 \theta \sin^2 \gamma}$$

On voit donc qu'à chaque tour complet, l'arbre de différentiel tournant à une vitesse constante, la vitesse de la roue passera par deux maxima et deux minima. Cette roue est

donc animée d'un mouvement d'autant plus spasmodique que l'angle de braquage est plus grand.

Il suffit de conduire une fois une voiture à

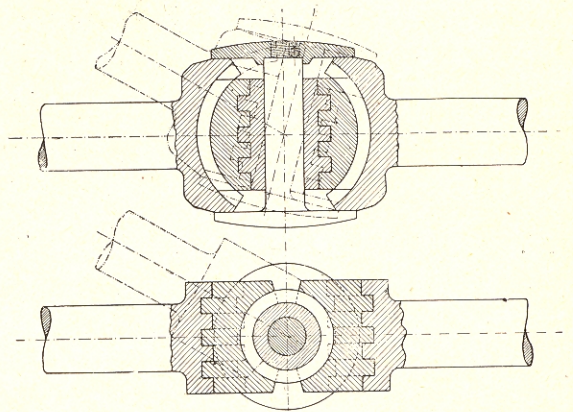


Fig. 1.

Joint Parvillé.

traction avant munie de joints simples pour constater que cette solution est inadmissible.

La solution théorique est l'emploi du joint de Hooke composé de deux joints à la cardan symétriques par rapport à un plan. Nous avons été obligés de créer l'appellation de « homo-

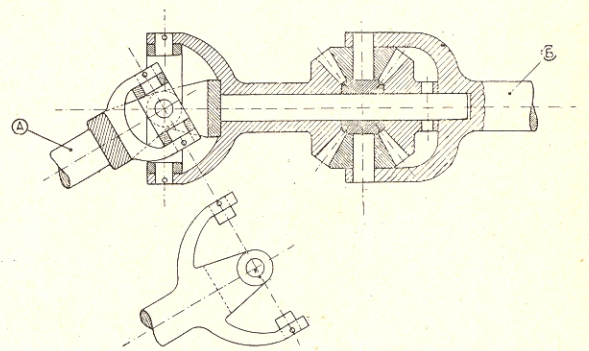


Fig. 2.

Joint Chavrier.

cinétique » pour qualifier les joints permettant la transmission d'une rotation avec conservation de la vitesse angulaire d'un arbre à un autre quel que soit l'angle de ces deux arbres. Le joint de Hooke est donc parfaitement homocinétique. Nous verrons d'ailleurs que l'homocinétisme quoiqu'en disent différents spécialistes est une qualité plus rare qu'on ne le croit.

Je diviserai les joints de transmission à pré-



tention homocinétiq ue en trois classes, la classe des joints de Hooke à centres confondus, la classe des joints de Hooke à centres écartés, la classe des solutions diverses.

*Première classe.*

Lorsqu'on cherche une réalisation pratique du joint de Hooke, il vient infailliblement à l'esprit l'idée de confondre les centres des deux joints simples. La solution paraît plus élégante

« l'axe d'articulation commun est maintenu  
« dans le plan bissecteur des deux arbres par  
« des ressorts, bielles, cames, etc... »

Les réalisations de Parvillé sont assez compliquées, mais homocinétiq ues.

Dans la même classe, la réalisation de Villard prévoit non seulement de confondre un des axes des deux joints, mais de confondre les deux.

Le système étant à ce moment au deuxième degré de liberté, l'inventeur a prévu un sys-

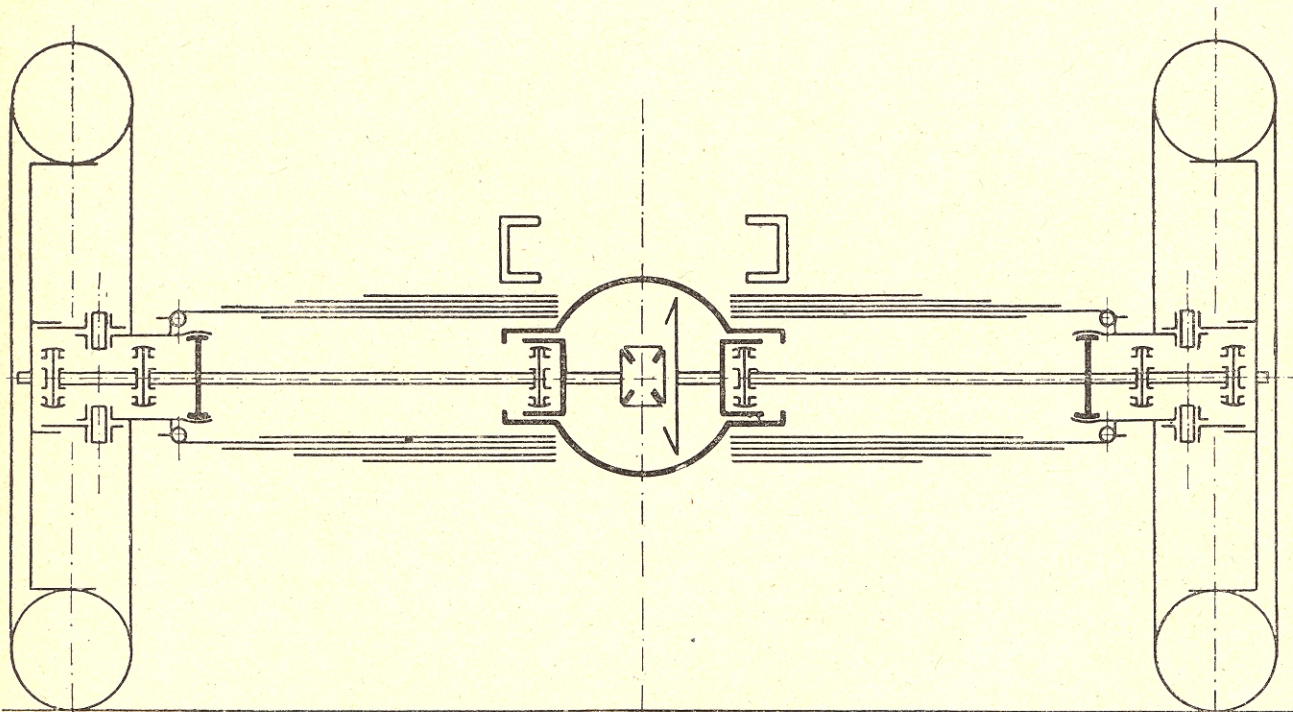


Fig. 3.  
Schéma de la voiture Voran.

et la réalisation nécessite moins de place. Mais elle présente un grave inconvénient : elle ne fonctionne pas. En examinant de plus près le problème, on constate en effet que le joint de Hooke à centres confondus est un système au deuxième degré de liberté. Il faut donc déterminer par un artifice quelconque un des paramètres pour obtenir un système viable.

La meilleure réalisation de ces joints est celle de Edmond Parvillé (fig. 1), qu'il a ainsi définie :

« Ce joint est obtenu par la réunion de deux  
« joints universels simples de type quelconque  
« dans lesquels un des axes d'articulation est  
« commun aux deux joints. De préférence,

« système qu'il intitule « compensateur » et qui est  
« destiné à faire rester un des deux axes confon-  
« dus dans le plan bissecteur des deux arbres.  
« En étudiant géométriquement le fonctionne-  
« ment du compensateur, on constate immédia-  
« tement que malgré la liaison, l'axe ne décrit  
« pas le plan bissecteur, tout en y restant voisin.

On pourrait également classer dans cette catégorie l'ingénieux joint Chavier (fig. 2) à compensation différentielle. Les deux joints simples sont concentriques et décalés de 90°. Ils actionnent chacun un des deux planétaires d'un différentiel qui constitue l'arbre de sortie. Ce joint n'est pas rigoureusement homocinétiq ue.



*Deuxième classe.*

La deuxième grande classe est constituée par la liaison de deux joints simples à centres non confondus. C'est à cette classe que se rap-

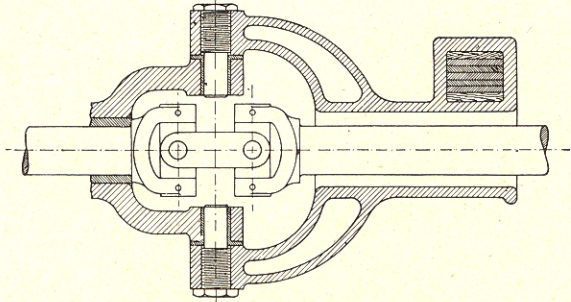


Fig. 4.  
Joint Crompton.

porte la plupart des solutions employées pratiquement.

Le problème est d'obtenir la symétrie absolue et constante de ces deux joints.

solutions Voran (fig. 3), Crompton (fig. 4), Mechanic (fig. 5) (ce dernier joint étant employé

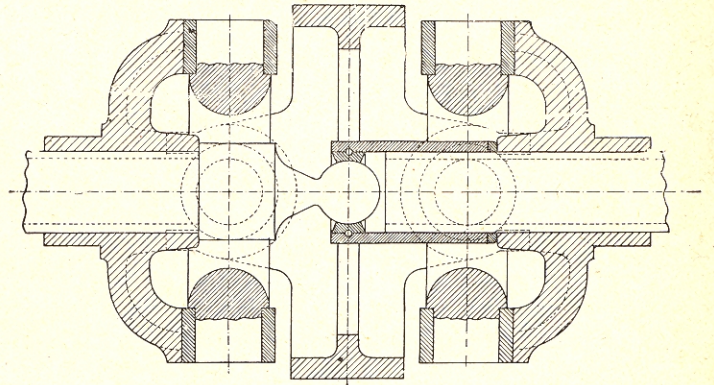


Fig. 6.  
Joint Retel.

sur Cord), soit que les joints simples ne restent pas symétriques : joint Retel (fig. 6).

Le joint Tracta (fig. 7 à 11), construit sur les brevets de mon ami Pierre Fenaille, fait par-

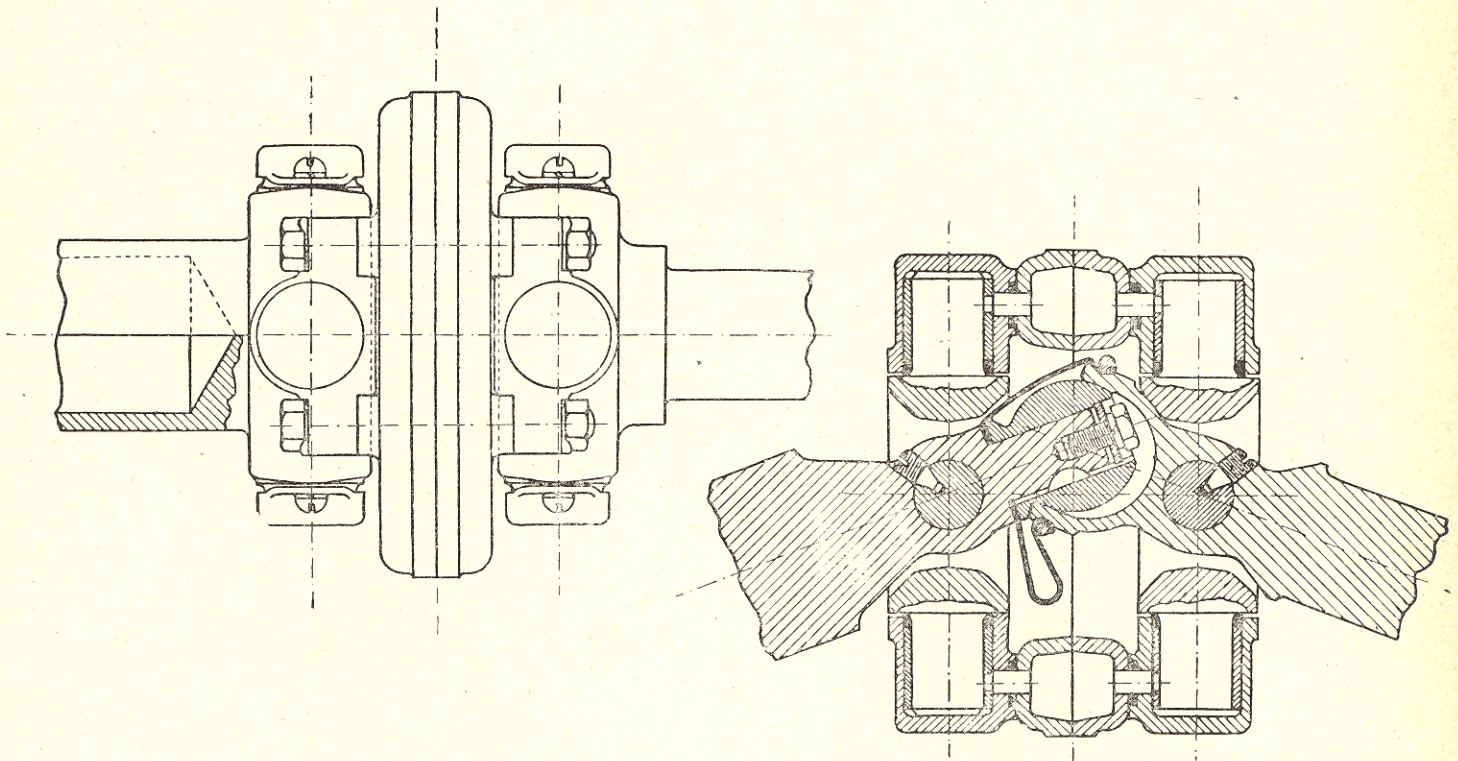


Fig. 5.  
Joint Mechanic.

La majorité de ces joints n'ont qu'une symétrie approchée, soit que les arbres meneurs et menés ne se coupent pas, comme dans les

tie de cette classe. Ce joint est employé sur la majorité des voitures à traction avant construites en Europe. Je ne m'étendrai pas sur



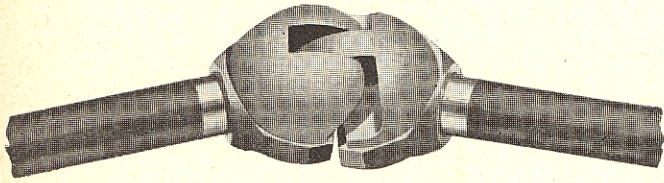


Fig. 7.  
Joint Tracta.

l'étude et les mérites de ce système bien connu. Cette réalisation est rigoureusement homocinétique.

On peut attacher à cette classe le joint Derby qui est une audacieuse adaptation du joint de Hooke.

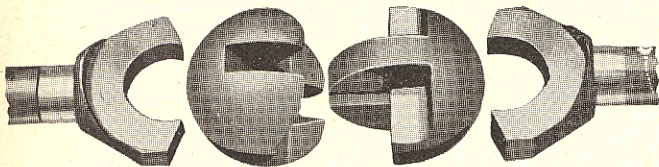


Fig. 8.  
Eléments du Joint Tracta.

*Troisième classe.*

Je rangerai enfin dans une troisième classe tous les autres joints ne se rapportant pas aux deux premières catégories.

Je citerai le joint Weiss (fig. 12). Chaque arbre est muni à son extrémité de fourches

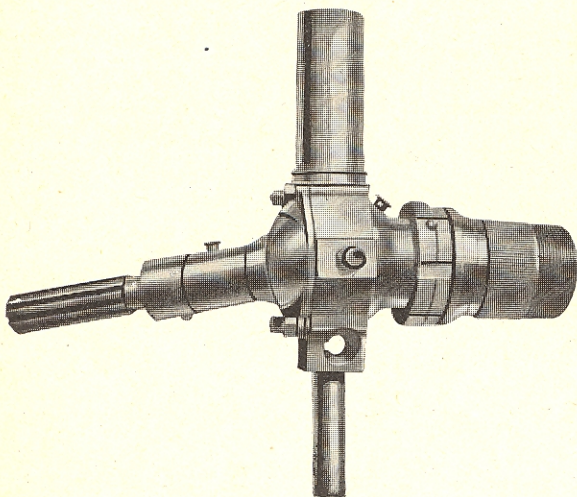


Fig. 9.  
Fusée Tracta.

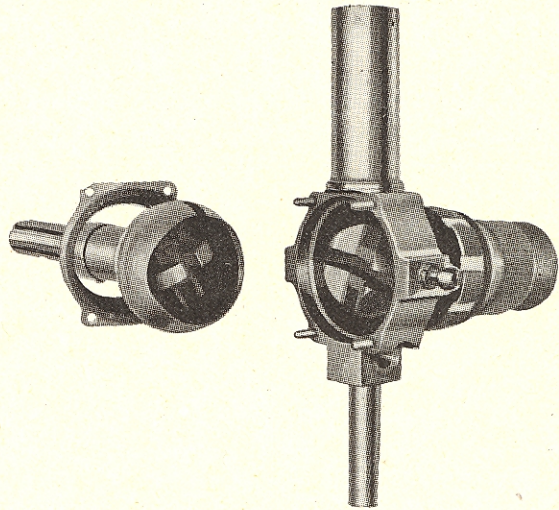


Fig. 10.  
Eléments de la fusée Tracta.

qui portent des billes mobiles dans des rainures. Les fourches sont liées cinématiquement entre elles par ces billes, que par construction on force à rester dans un même plan, plan qui devient alors de symétrie constante pour les deux arbres. Ce joint est homocinétique, mais il est d'un prix de revient relativement élevé et son principe même lui interdit de fonctionner sous des angles élevés.

Je citerai également une ingénieuse réalisation théorique de M. Myard, qui a été présentée à l'académie des Sciences par M. d'Ocagne.

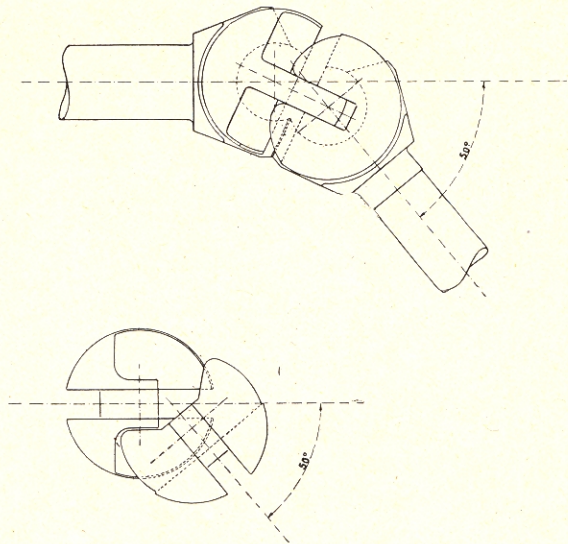


Fig. 11.  
Epure du joint Tracta.



### Les conditions de fonctionnement du joint destiné à la traction avant.

Les conditions de fonctionnement du joint destiné à la traction avant sont tout à fait différentes de celles du joint de l'arbre de transmission classique. Le joint de transmission avant tourne quatre à six fois moins vite et transmet un couple deux à trois fois plus fort. Il doit être homocinétique. Il doit être simple pour être bon marché. Il doit être solide, à cause du travail élevé qu'on peut lui demander, surtout lorsqu'il transmet le couple de freinage, comme dans certaines voitures (Cord-Tracta).

Aussi pour cette dernière raison suis-je résolument partisan du joint à surface par opposition aux joints à axes ou à billes.

On constate par conséquent que dans l'état actuel des choses l'obstacle capital au développement de la transmission aux roues avant n'existe plus. Le problème à résoudre a trouvé des solutions parfaitement satisfaisantes.

### Complication de l'essieu avant.

On reproche aux voitures à transmission avant d'avoir l'essieu moteur compliqué. Je crois que cette complication est plus apparente que réelle. A mon avis, en mécanique, il ne faut pas faire de distinction entre les réalisations compliquées et les réalisations simples, mais plutôt entre celles qui fonctionnent et celles qui fonctionnent mal ou pas du tout. L'ingénieur peut ensuite chercher à gagner de la clarté dans une solution pratiquement satisfaisante. Mais ce qui fonctionne parfaitement ne comporte probablement pas beaucoup de complications inutiles.

Puis d'ailleurs l'automobile est infiniment plus compliquée que la voiture à cheval, et cela n'a nullement empêché son prodigieux développement.

### Possibilité de plus grande détérioration du mécanisme en cas de collision.

Il est réservé inéluctablement, dans une même série de voitures, à certaine quantité d'entre elles de faire connaissance avec ce que

l'on a appelé d'un terme pittoresque et charmant « le décor ». Comme l'écrivit Zamacoïs « derrière chaque arbre attend un héritier ! »

Il semblerait a priori que dans cette pénible éventualité, la voiture à traction avant risque des dégâts plus importants que la voiture ordinaire.

Je crois qu'il est indispensable de prendre dans les voitures à traction avant, une précaution préalable lors de l'étude du châssis : Prolonger les longerons au travers de l'essieu AV, celui-ci étant en général à roues indépen-

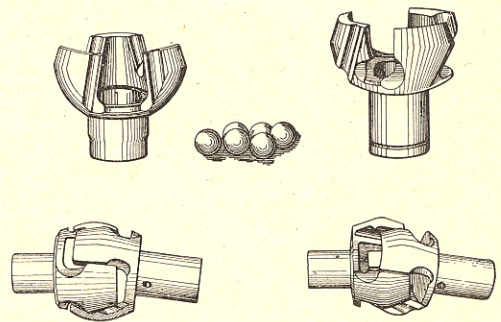


Fig. 12.

Joint Weiss.

dantes, et fixer bien solidement le pare-chocs sur ces mains avant.

Ceci réalisé, j'ai constaté par expérience que les réparations sur des voitures à traction avant sont de la même importance que sur des voitures ordinaires. Lorsque dans un accident le pont avant se détériore, il est probable que le carter moteur d'une voiture ordinaire aurait été endommagé. Et, en principe, il est moins coûteux de changer un carter de différentiel qu'un carter moteur.

### Espace plus réduit pour le radiateur.

Le mécanisme de l'essieu AV diminue l'emplacement disponible pour le radiateur. A largeur de radiateur et hauteur de capot égales, le refroidissement se trouve diminué. C'est ainsi que de très élégantes voitures à traction avant étrangères chauffaient désespérément en montagne.

Le radiateur suit comme la ligne de carrosserie et la toilette féminine les fluctuations de la mode. Après la guerre, l'élégance se remar-



quait à la hauteur du radiateur et à son peu de largeur. Puis la ligne se ramassa. La forme devint plus trappue. Moins de hauteur et plus de largeur facilitèrent le surbaissement des carrosseries. Enfin la mode actuelle est celle des radiateurs inclinés, en coupe-vent, avec de fines parties courbes et chromées.

Il suffirait donc de lancer la mode du radiateur plus large que haut pour résoudre immédiatement le problème. Cette forme conviendrait parfaitement aux carrosseries aérodynamiques, actuellement à l'ordre du jour.

#### **Allongement du capot pour placer le mécanisme.**

Si on prend un moteur, une boîte et un différentiel ordinaire, qu'on fixe le tout ensemble et que l'on installe enfin ce bloc au derrière de l'essieu avant moteur, on a besoin d'un emplacement plus grand pour le capot.

Le capot plus long représente-t-il d'abord un véritable inconvénient? A-t-il empêché le développement du huit cylindres en ligne?

Et d'autre part est-il indispensable d'allonger le capot? N'est-il pas possible de conserver les proportions actuelles malgré l'adjonction de la transmission avant?

Je répondrai à cette question en étudiant le dernier problème, le plus sérieux à mon avis après celui du joint de transmission, celui de l'adhérence des roues motrices.

#### **Adhérence.**

On a constaté que certaines puissantes voitures à traction avant se refusaient à gravir des pentes sérieuses pour peu que l'état du sol diminuât l'adhérence des roues sur le sol.

On constatait également que ce fait se produisait plutôt au démarrage qu'en montée normale. Et en quelques occasions les conducteurs tout penauds durent faire faire demi-tour à leurs voitures pour réussir à grimper après avoir transformé leur véhicule en voiture à traction AR.

Ce phénomène est dû à trois causes :

1° Le centre de gravité du véhicule étant à une certaine distance du sol, sa projection verticale se rapproche de celle du point d'impact

des roues AR et s'éloigne de celle du point d'impact des roues AV.

2° L'effort de transmission étant appliqué au sol et le centre de gravité étant à une certaine hauteur au-dessus du sol, il se produit à chaque accélération un couple autour du centre de gravité qui tend à charger l'essieu AR et décharger l'essieu AV. Ce couple est d'autant plus élevé à effort de traction égal que le centre de gravité est plus haut.

3° La réaction du couple moteur tend à charger également l'essieu arrière en déchargeant l'essieu avant.

Ces trois causes ont le même effet. Pente escarpée, centre de gravité éloigné du sol, couple moteur élevé, démarrage violent, tout cela tend à charger l'essieu AR en déchargeant l'essieu AV.

Il faut donc dans l'établissement de la voiture à traction avant prévoir un excédent très net de poids sur l'essieu AV.

Cette conception est-elle réalisable?

La voiture ainsi construite possèdera-t-elle une répartition des poids lui conférant une bonne stabilité?

A ces deux questions je réponds oui.

#### **CETTE CONCEPTION EST-ELLE RÉALISABLE ?**

En examinant les poids de treize voitures de tourisme d'une puissance variant entre 8 et 18 CV choisies au hasard, j'ai constaté que :

A vide les poids sur l'avant et l'arrière sont de même ordre avec une moyenne de 25 kilogs d'excédent sur l'arrière.

En charge, avec quatre personnes, l'AV se trouve surchargé de 100 kilogs en moyenne, et l'AR se trouve surchargé de 225 kilogs en moyenne.

Donc, en charge, l'arrière supporte en moyenne un excédent de 150 kilogs.

J'attire immédiatement votre attention, Messieurs, sur le point suivant. On a coutume d'affirmer que la transmission AV s'adapte plus particulièrement aux petites voitures. Par contre, au-dessus d'un certain poids, la traction AR serait plus avantageuse.

Je ne saisis pas la raison de cette affirmation. La charge utile d'une voiture de tou-



risme, c'est-à-dire le poids de quatre passagers est constant quelle que soit la puissance et l'importance de la voiture. Par conséquent, la répartition qui surcharge l'arrière de 125 kilogs en moyenne a d'autant plus d'influence relative que la voiture est plus légère. Plus la voiture est lourde, par contre, moins la charge aura d'effet sur la répartition des poids.

Pour fixer les idées, j'ai pris, à titre d'exemple, une 10 CV. qui a été fabriquée en très grande série, et à laquelle j'ai adopté la transmission AV.

Que le constructeur veuille bien excuser mon audace, et qu'il se rassure. Mes transformations se sont bornées à des déplacements d'organes et calculs de poids sur le papier.

La répartition de poids de cette voiture était la suivante :

A VIDE		EN CHARGE	
Avant	Arrière	Avant	Arrière
585 kgs	595 kgs	680 kgs	820 kgs

En reportant sur un dessin au 10<sup>e</sup> la boîte, le pont et la transmission à la place qu'ils occuperaient dans la même voiture à traction avant sans aucune modification mécanique, et en calculant la nouvelle répartition des charges, on arrive aux résultats suivants :

A VIDE		EN CHARGE	
Avant	Arrière	Avant	Arrière
679 kgs	501 kgs	774 kgs	726 kgs

On peut conclure que l'équilibre se trouve presque automatiquement rétabli par la mise en place des organes sans aucune transformation mécanique.

Notre sympathique collègue, M. Petit, racontait l'aventure survenue à un bureau d'études d'une firme d'automobile. Il avait été décidé d'adapter un nouveau moteur sur une voiture de course. Le travail terminé on constata que le véhicule était beaucoup trop lourd de l'avant, et qu'il manquait d'adhérence à l'arrière.

La volonté de l'ingénieur peut obtenir, il me semble, de la matière, les résultats dûs au hasard.

De plus, et c'est là, à mon avis, le point le plus important du problème, les organes de la

voiture à traction arrière, moteur, boîte et pont, *ne peuvent pas être identiques* à ceux de la voiture à traction avant. Ces organes se sont standardisés en fait depuis la naissance de l'automobile après avoir présenté au début des différences considérables.

Il est certain que si toutes les voitures étaient construites à traction avant depuis trente ans, le moteur, la boîte et le pont auraient des allures extérieures toutes différentes.

Ce qui précède répond définitivement à l'objection de la longueur exagérée du capot de la voiture à traction avant.

CETTE SURCHARGE DE L'AVANT, INDISPENSABLE  
L'ADHÉRENCE, NE PEUT-ELLE NUIRE  
A L'ÉQUILIBRE?

L'expérience seule, peut, je crois, répondre à cette question.

J'ai fait des essais sur des voitures « Tracta » en chargeant progressivement l'essieu AV. Je n'ai constaté aucune modification dans la tenue de route et aucun inconvénient dans la direction — un peu plus de fermeté aux manœuvres seulement.

Je puis citer le cas de voitures de courses pesant, en charge, avec un passager, 900 kilogs dont 500 sur l'avant et 400 sur l'arrière. Le règlement des 24 Heures du Mans prévoyait pour cette cylindrée un lest de 60 kilogs. J'avais fait placer ce lest, au grand effroi des conducteurs, devant l'essieu AV. Cela représentait au total un excédent de poids de près de 200 kilogs sur l'avant. La tenue de route de ces voitures était aussi parfaite, sinon meilleure, qu'en arrimant le lest à l'arrière.

L'expérience semble donc prouver qu'on peut impunément charger l'essieu avant d'une voiture à traction avant.

En conclusion, les inconvénients ou problèmes à résoudre ne dépassent pas en difficultés la moyenne des questions résolues depuis trente ans par les ingénieurs de l'Automobile.

Je vais passer maintenant en revue très rapidement les avantages du système à traction avant. J'insisterai simplement sur la question tenue de route pour essayer de bien la définir, d'abord, et de préciser ensuite l'influence qu'exerce sur elle la transmission avant.



## **AVANTAGES DE LA TRANSMISSION AVANT**

L'arbre de transmission qui a fait pâlir tant de carrossiers était un obstacle insurmontable au surbaissement des carrosseries. Supprimez cet obstacle, il est possible alors à confort égal de diminuer la hauteur des sièges et du toit sans inconvénient, et de supprimer tous les trous, caves, passages d'arbres qui étaient autant de pièges pour les jambes, et de risques perpétuels d'entorses.

Les carrosseries et les passagers rapprochés du sol contribuent à rabaisser le centre de gravité de la voiture. Point important pour la tenue de route et la résistance au versemment.

### **Suppression de l'arbre de transmission.**

L'arbre de transmission est non seulement gênant par la place qu'il occupe mais aussi par les vibrations qu'il peut, à grande allure, transmettre à la voiture. J'ai eu l'occasion de visiter dernièrement une usine extrêmement sérieuse et bien outillée pour la fabrication des arbres de transmission. Le directeur me montrait au banc, un arbre destiné à une voiture de série, et qui devait être réceptionné à 4.500 tours. Il m'apprenait que jusqu'à 3.800 tours ou 4.000 tours, il était relativement facile d'équilibrer un arbre, mais qu'au-dessus de ce régime le problème devenait infiniment plus ardu.

Les moteurs actuels tournent à 4.000 tours comme ils tournaient à 3.000 il y a cinq ans; il semble que 4.000 tours soit la limite que ne peut guère dépasser l'arbre de transmission fabriqué selon les méthodes actuelles. Il faudrait, si l'on veut tourner plus vite, employer des méthodes donnant un meilleur équilibrage et une plus grande précision. Cela est possible, pour les voitures de courses par exemple, mais le prix de revient s'en ressent, je crois, sérieusement.

Dans la voiture à transmission avant tous ces inconvénients disparaissent avec l'arbre de transmission.

Il faut ajouter à ces avantages la quasi obligation d'employer dans la construction d'une voiture à traction avant, l'indépendance des roues avant.

Il faut vraiment être sectaire pour se priver de cette heureuse disposition dont on ne peut se passer à moins de complications dans l'étude d'un essieu avant moteur.

### **Simplification dans le dessin du châssis.**

La suppression de l'arbre de transmission et le contre-coudage de l'essieu AR offrent de considérables facilités dans la conception et l'exécution du cadre de châssis. Il devient possible de prévoir des longerons et des entretoises rectilignes. De tels châssis deviennent alors d'une rigidité remarquable. Cette rigidité est une des caractéristiques indispensables à la bonne tenue de route et à la durabilité des carrosseries.

### **Avantages pour les réparations et les échanges Standard.**

Dans les voitures à transmission avant, tout le mécanisme est placé au-devant de la planche de tablier.

L'essieu AR, devenu simplement porteur, ne comporte, comme partie mécanique, que des freins.

Le fait d'avoir tous les organes groupés sous le capot procure la possibilité de les faire réparer ou de les changer sans incursion de mécanicien à travers la carrosserie. Nul n'ignore que malgré toutes les précautions, le passage d'un ouvrier dans une carrosserie est désastreux pour la propreté des garnitures et coussins.

De plus, on peut imaginer des échanges standard de tout l'avant-train moteur. Ces échanges pourraient se faire très rapidement, sans dommage pour l'intérieur de la carrosserie, et transformeraient en quelques heures une voiture usagée en voiture révisée.

### **Tenue de route.**

Définition :

*En ligne droite.* — La bonne tenue de route est caractérisée par la tendance à aller droit et à ne pas déraper, quel que soit l'état de la route (cahots, ornières, pentes glissantes, etc..) et par la tendance à se remettre facilement en direction si, pour une raison quelconque, l'essieu AR ou AV a quitté sa trajectoire.



*En virage.* — En admettant un virage sur un sol plat, la bonne tenue de route d'une voiture sera caractérisée par :

1° Aptitude à prendre les virages à plus haute allure sans dérapage.

2° Tendence, si on lâche le volant, dans le virage, à continuer selon la tangente de la courbe décrite.

3° Tendence enfin à se coucher et à verser réduite au minimum.

Un véhicule automobile est constamment soumis : aux forces de frottement des pneus sur le sol, aux forces d'inertie.

Les forces de frottement permettent : d'assurer la direction; d'assurer la translation (accélération ou freinage).

Ces forces de frottement ont donc une importance capitale pour la marche de la voiture, laquelle dépend uniquement de sa direction et de sa translation.

*En ligne droite.* — Si les roues AR sont exactement alignées dans le prolongement des roues AV, les voitures à traction AR et à traction AV se trouvent dans les mêmes conditions.

Mais l'essieu AR, sous l'influence des causes extérieures (cahots, sol glissant), est constamment déporté à droite ou à gauche.

La voiture à traction AR doit alors, pour se remettre en ligne droite, utiliser les forces de frottement des roues avant sur le sol — ces forces de frottement étant approximativement normales à la trajectoire des roues.

La voiture à traction avant, au contraire, utilise simplement la force de traction dirigée suivant la trajectoire des roues.

En somme, la voiture à traction arrière se redresse par la réaction, alors que la voiture à traction avant se redresse par l'action.

C'est là une confirmation théorique de l'opinion de bon sens qui affirme qu'un mobile tiré est dans une position d'équilibre plus stable qu'un mobile poussé.

*En virage.* — Dans un virage, la voiture utilise la force de frottement des quatre roues sur le sol. Ces forces, s'il n'y a ni effort moteur, ni effort de freinage, et si on néglige les résistances au roulement, la déformation des pneus, etc..., sont dirigées normalement aux trajectoires des différentes roues.

J'examinerai le virage à un point de vue pratique et expérimental en essayant ensuite d'expliquer théoriquement le résultat de l'expérience.

Une automobile déterminée, prenant un virage déterminé aura une vitesse-limite qui dépendra d'un grand nombre de facteurs — état du sol, état des pneus, hauteur du centre de gravité, etc...

Si le conducteur dépasse cette vitesse, deux éventualités se présentent, ou la voiture dérape ou elle verse. En général, les voitures modernes déraper avant de verser, leur centre de gravité étant relativement bas. Le versement est un accident plutôt secondaire.

Tous les conducteurs ayant piloté des voitures rapides, surtout en course où on frise constamment la limite, se sont trouvés engagés dans un virage à une vitesse trop élevée. Le résultat est classique. L'arrière de la voiture est chassé vers l'extérieur, passe au-devant de l'avant en réalisant ce qu'on appelle un « tête à queue ». Au bout d'une certaine rotation sur elle-même, la voiture s'arrête, si, par bonheur, elle n'a rencontré aucun obstacle.

La pratique montre que dans un virage et sur un sol d'adhérence constante, une voiture à traction avant, à traction arrière, ou même en roue libre, dérape plutôt de l'arrière que de l'avant.

Il est possible d'expliquer théoriquement cette constatation pratique. Pour cela il faut examiner la disposition des forces de frottement après amorcé de dérapage, soit de l'essieu AV, soit de l'essieu AR. (1)

En utilisant le fait capital que : si l'essieu AV dérape, la voiture est privée de direction, et ne peut plus virer; si l'essieu AR dérape, l'essieu avant peut avoir une adhérence suffisante permettant à la voiture de continuer à virer, on arrive aux conclusions suivantes :

Le dérapage de l'essieu avant conduit à un équilibre des forces de frottement autour du centre de gravité.

Le dérapage de l'essieu arrière conduit à un déséquilibre des forces de frottement autour du centre de gravité.

(1) Cette affirmation est démontrée théoriquement dans une note jointe au texte de cette conférence.

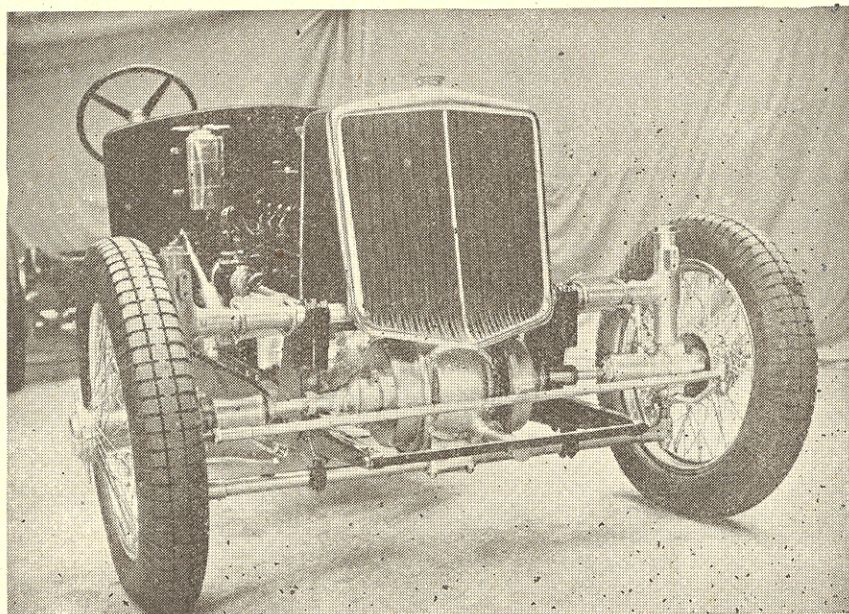


Dans ce dernier cas, un couple agit sur la voiture, ayant tendance à la faire tourner autour de son centre de gravité dans le sens de rotation que la pratique confirme immédiatement.

Donc :

Le dérapage de l'avant est un mouvement qu'on peut qualifier d'instable, car il a tendance à s'annuler.

Le dérapage de l'arrière est un mouvement



Châssis Tracta.

En d'autres termes :

— Si l'essieu avant amorce un dérapage, celui-ci se trouve en général rapidement annulé par la disposition des forces de frottement.

qu'on peut qualifier de stable, car il a tendance à s'accroître.

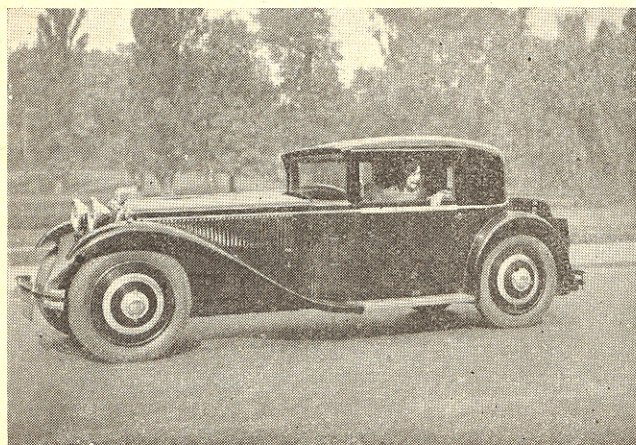
Un second lemme est le suivant :

Chaque roue peut disposer d'une certaine force de frottement sur le sol. Cette force dépend de la nature du sol, de la nature du pneu et de la charge. Il est évident que dans le cas d'un virage, le fait de transmettre par les roues d'un essieu un couple quelconque soit de traction, soit de freinage, diminue la force de frottement disponible pour l'exécution du virage.

Ce lemme amène à une conclusion indiscutable mais qui surprendra.

La vitesse maximum d'une voiture dans un virage sera obtenue en roue libre ou au point mort. Si le moteur tire, ou retient la voiture, si les freins agissent sur un ou deux essieux, la vitesse limite avant dérapage sera diminuée.

Cette conclusion indiscutable peut surprendre. Elle paraît en contradiction absolue avec la façon habituelle de conduire une voiture en virage. On recommande en effet, pour pren-



Voiture Tracta.

Au contraire :

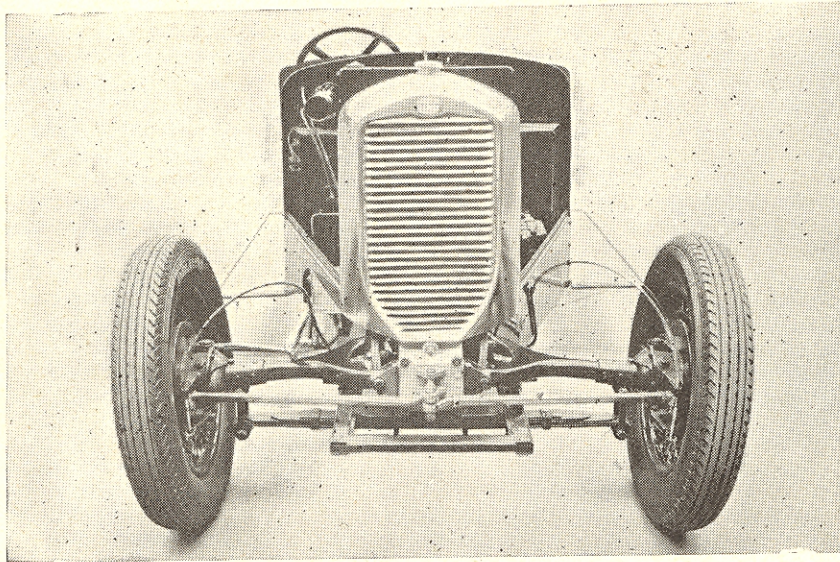
— Si l'essieu AR amorce un dérapage, celui-ci se trouve favorisé par la disposition des forces de frottement.



dre un virage rapidement, de ralentir, de passer dans la vitesse inférieure, d'effectuer les deux premiers tiers du virage en accélérant peu ou pas du tout, et enfin, les roues avant

partie du virage, il y a une accélération angulaire de la voiture autour de son centre de gravité qui développe des forces d'inertie.

Si on veut pousser l'étude théorique du vi-



Châssis Derby.

dirigées vers la sortie, d'utiliser toute la puissance du moteur.

Si cette façon de procéder paraît contraire à la théorie, elle peut toutefois s'expliquer par certains avantages pratiques.

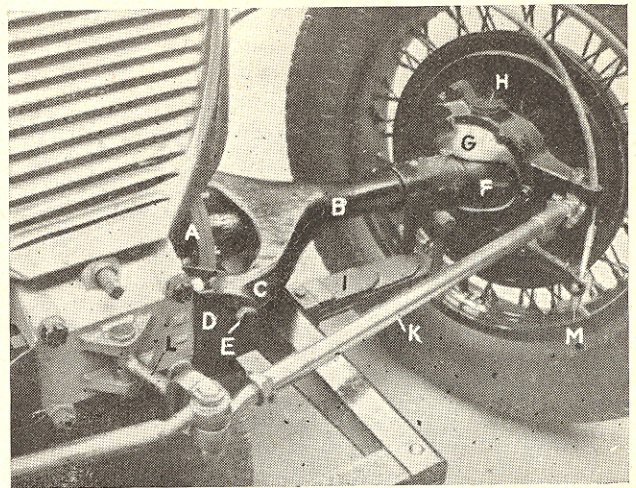
Lorsqu'on cherche à étudier mathématiquement l'automobile dans un virage, on constate que le problème est extrêmement complexe.

Il faut admettre d'abord que l'épure de direction est théoriquement correcte, c'est-à-dire que le centre instantané de rotation décrit le prolongement de la projection sur le sol de l'essieu arrière. Cinématiquement, et en étudiant la courbe décrite par le centre de gravité, il faut diviser le virage en trois parties. Pendant la première, le rayon de courbure passe de l'infini (marche en ligne droite) à une valeur  $\rho$ ; pendant la seconde, ce rayon de courbure  $\rho$  reste constant. Enfin, pendant la troisième, le rayon de courbure augmente et reprend une valeur infinie.

Cette distinction est nécessaire pour l'étude dynamique de l'automobile dans le virage.

En effet, pendant la première et la troisième

partie du virage, il faut admettre comme l'a fait l'ingénieur autrichien Hans Lenk, que les roues décrivent des trajectoires horizontales, que les mouvements dus aux irrégularités du sol sont négligeables, que le centre de gravité à



La roue avant Derby.

une position fixe par rapport au véhicule (ce qui n'est pas exact pour plusieurs raisons), que les roues sont absolument rigides et réduites à des plans, que les ressorts n'agissent pas, etc...



Sans vouloir pousser le problème aussi loin, il est possible d'expliquer la supériorité de la traction avant sur la traction arrière pour une voiture déterminée effectuant un virage.

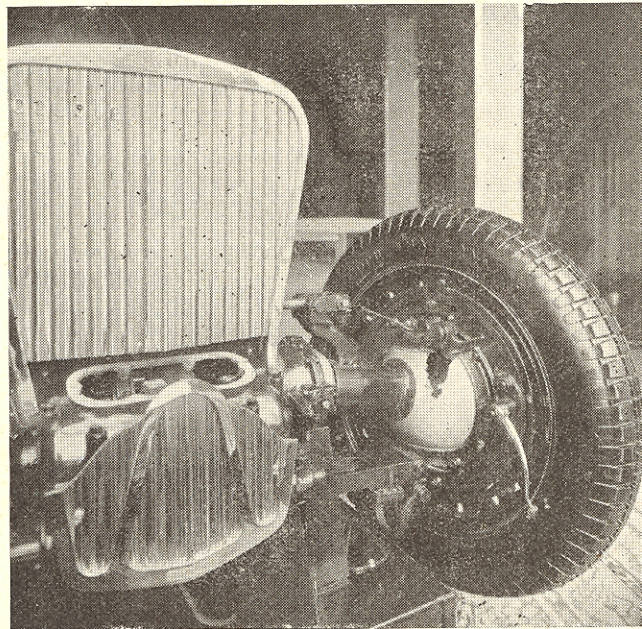
1° Le fait de transmettre l'effort moteur par les roues avant ou arrière diminue l'adhérence disponible de ces roues pour la réalisation du virage.

Mais le dérapage de l'avant est un mouvement que j'ai qualifié d'instable. Lorsqu'il

donc à une vitesse nettement plus réduite que dans une même voiture à traction avant.

2° Prenons maintenant ces deux mêmes voitures, l'une à traction avant, l'autre à traction arrière, amorçant un dérapage de l'arrière.

Il est possible dans les deux cas, si le conducteur agit à temps, d'enrayer ce dérapage. On doit pour cela faire effectuer à la voiture un virage de courbure opposée à celle du virage primitif.



La Roue avant Bucciali.

s'amorce, il a tendance immédiatement à disparaître. Il ne peut s'amplifier sans modification des causes extérieures.

Au contraire, le dérapage de l'arrière est un mouvement stable qui tend à s'accroître.

Il est par conséquent possible, avec une voiture à traction avant, d'être constamment à la limite du dérapage de l'avant sans le moindre inconvénient.

Dans une telle voiture, l'arrière est simplement porteur. Toute la force de frottement disponible est absorbée pour l'exécution du virage. Dans une voiture à traction AR, le moteur retenant ou tirant la voiture absorbe une partie de la force de frottement disponible. Le dérapage de l'essieu AR s'amorcera

Mais la traction avant confère à ce moment à l'automobile un avantage certain.

Il est possible alors, en utilisant la puissance du moteur d'obtenir une accélération dans la direction la plus appropriée au redressement du véhicule.

Dans le cas de la transmission AR, au contraire, il est impossible d'obtenir avec le moteur une impulsion quelconque, les roues manquant d'adhérence. Le dérapage sera accentué si on accélère, par le patinage inévitable des roues sur le sol.

L'utilisation du moteur et l'accélération du véhicule qui peut en résulter présentent un autre avantage considérable.

J'ai montré, en parlant de l'adhérence, que l'essieu AR se chargeait pour deux raisons :



— Par la force d'inertie du véhicule, au moment de l'accélération.

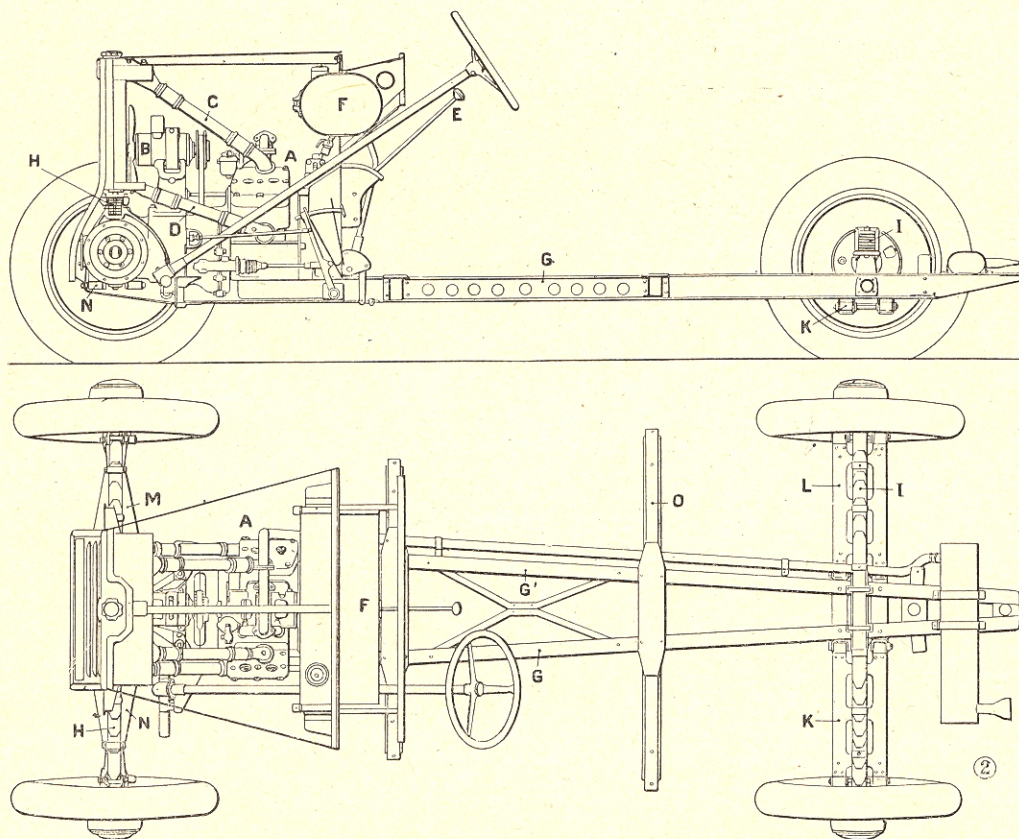
— Par la réaction du couple moteur.

Par conséquent, l'essieu AR se trouve brusquement surchargé dans le cas de la transmission avant, puisque cette disposition permet de transmettre un couple moteur et une accélération au véhicule.

Cet excédent de charge augmente les forces

différentiel et d'entraînement de deux roues motrices soit la même, les forces développées par chacune de ces roues sont égales.

La composante de ces deux forces est donc, dans le cas de la transmission AR, placée à mi-distance des roues et dirigée selon l'axe du véhicule. Dans le cas de la transmission AV, elle est placée au milieu de l'essieu AV et dirigée parallèlement aux roues.



Elévateur et plan d'une voiture Stower à roues avant motrices.

de frottement des roues AR sur le sol, et peut, en certains cas, diminuer et même supprimer le dérapage.

3° Lorsqu'une voiture décrit un virage, on peut décomposer ce mouvement en un mouvement de translation selon la trajectoire, et un mouvement de rotation de la voiture autour de son centre de gravité.

Ces deux mouvements sont obtenus comme nous l'avons vu par la force de frottement des quatre pneus sur le sol.

En admettant que l'inertie des pièces de

Il y a là une différence capitale.

Dans la traction AR, la composante est dans le plan vertical de l'axe du véhicule qui contient le centre de gravité.

Dans la traction avant, la composante est, dans le plan vertical, parallèle aux plans des roues AV mais qui ne passe pas par le centre de gravité. La force de traction développe donc un couple qui tend à ramener le centre de gravité dans ce plan et qui favorise la rotation de la voiture autour de son centre de gravité. Au contraire, si par suite d'un dérapage, l'arrière de la voiture chasse vers l'exté-

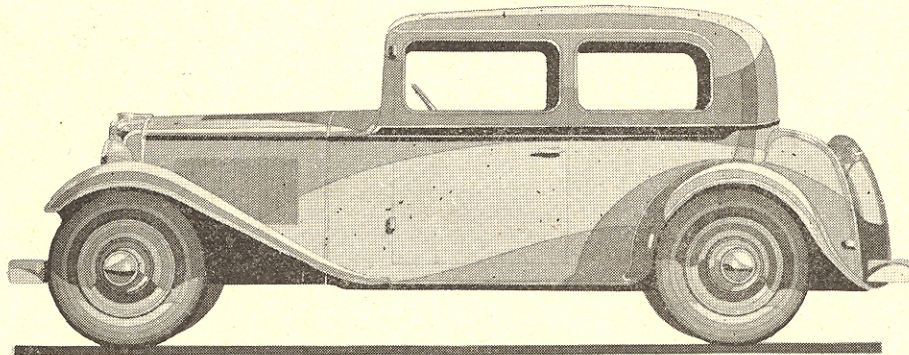


rieur du virage, le couple changera de sens à partir d'une certaine position et tendra à redresser le véhicule.

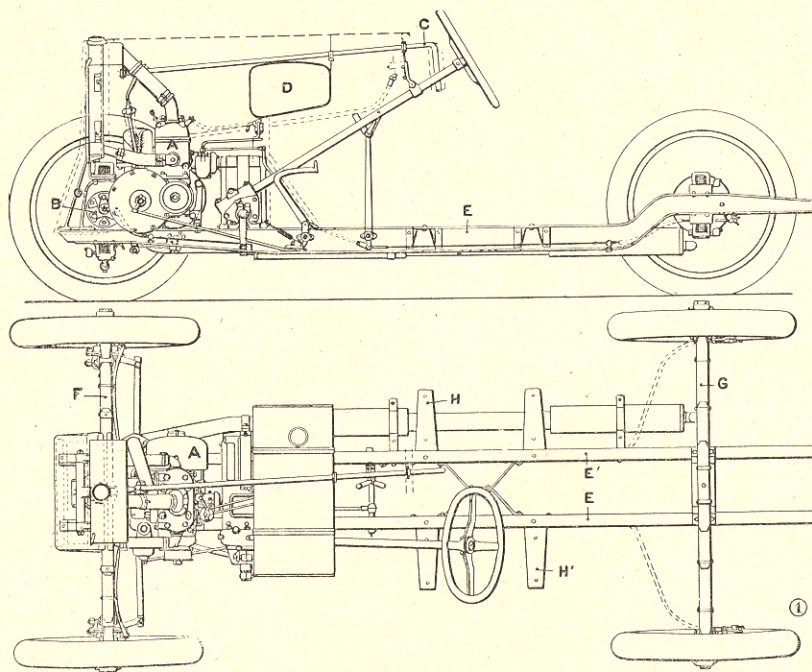
Ces raisons expliquent les qualités proverbiales des voitures à traction avant dans les

mêmes moteurs. J'ai constaté expérimentalement que plus le circuit était difficile, les virages mauvais, le sol défectueux, plus l'avantage de la traction avant se faisait sentir.

Cette confirmation pratique est, à mon avis,



Voiture Rosengart à roues avant motrices.



Elévation et plan de la voiture D. K. W. à roues avant motrices.

virages. Mieux que toutes explications techniques, un essai sur un circuit sinueux prouvera la supériorité de la traction avant.

J'ai couru dans ma vie un certain nombre d'épreuves de vitesse sur des circuits difficiles, courses de côtes en particulier. Je retrouvais dans ma catégorie des voitures de caractéristiques analogues (poids, ressorts, hauteur au-dessus du sol), et souvent même munies des

la plus probante. L'aiguille d'un chronomètre donne une preuve plus nette, en automobile, que le plus parfait des raisonnements mathématiques.

#### Prix de revient.

Voici le point que l'on peut qualifier de capital lorsqu'il s'agit d'étendre à la pratique une modification technique.



Il importe peu au constructeur que cette modification soit une amélioration. Si elle augmente le prix de revient, la règle est d'attendre une généralisation de la demande des clients. De sorte qu'en conclusion, le progrès n'est pas en général imposé par le constructeur, il est exigé par le client. Comme l'écrivait Jacques Cestre : « Un seul mécontent fait plus pour le progrès que cent acheteurs satisfaits! »

Dans le cas présent, il serait intéressant de savoir ce qu'est le prix de revient d'une voiture à traction avant, par rapport à celui d'une voiture à traction arrière.

On admet depuis la construction en grande série que le prix d'une voiture d'un genre déterminé est en fonction directe de son poids. En d'autres termes, une automobile coûte tant au kilogramme.

Il ne semble pas, à priori, qu'une voiture à traction avant revienne plus cher à fabriquer qu'une voiture orthodoxe. Leurs mécanismes respectifs sont en effet comparables. Les organes rajoutés à l'essieu avant sont supprimés à l'essieu arrière.

Mais je crois pourtant que la voiture à traction avant reviendra moins cher pour les raisons suivantes :

L'usinage et le montage du carter, boîte-différentiel, est moins onéreux que l'usinage et le montage d'une boîte et d'un différentiel formant deux organes distincts.

Les longerons et entretoises d'un châssis destiné à la traction avant peuvent être rectilignes. L'exécution de la carrosserie est alors nettement simplifiée par la suppression du décrochement arrière.

Le groupement du mécanisme à l'avant et la simplification de la fabrication de la carrosserie doivent améliorer le prix de revient de montage.

Evidemment, les prix de revient ne seront modifiés sérieusement que si les méthodes de fabrication utilisent des solutions nouvelles, telles que celles du châssis carrosserie.

M. Claveau a excellemment montré que la traction avant facilitait ce mode de fabrication. Et son exemple mérite d'être considéré puisqu'après avoir conçu ses premières voitures à poussée arrière et moteur arrière, il

réalisa sa solution définitive avec moteur avant et traction avant.

Les avantages et difficultés de réalisation de la traction AV que je viens de résumer ici se sont posés nettement aux constructeurs depuis quelque temps. Cette solution a fait, en effet, nettement son chemin dans l'esprit du grand public.

Vous êtes-vous risqués, il y a quelques années, à parler dans une discussion entre automobilistes, du principe de la traction avant?

Minute de silence, recueillement, puis une voix tranchait, concise et sans appel, à la fois éloge et négation :

« C'est la solution de l'avenir. »

Il fallait comprendre par là : « J'ai déjà entendu traiter la question. Mais il faut attendre, personne parmi mes parents ou amis n'a osé faire semblable acquisition. »

Il semble bien maintenant que l'opinion publique a évolué et que la traction avant tend de plus en plus à se généraliser sur la voiture de tourisme.

Je tiens, en terminant, à remercier mes collègues de la première section, et son sympathique président, le commandant Prévost. Grâce à eux j'ai pu résumer devant vous, Messieurs, les conclusions de la Section sur le problème de la traction avant, tâche qui m'a été particulièrement agréable. (*Applaudissements.*)

**M. le Président.** — Je remercie M. Grégoire de la maîtrise avec laquelle il a exposé le problème de la traction avant. Je souhaite de tout cœur que l'expérience que va faire un de nos constructeurs français confirme ses théories et donne un renouveau à la question. Quelqu'un demande-t-il la parole?

**M. Martinuzzi.** — Je ne veux pas parler de la question des moteurs arrière par rapport aux moteurs avant, parce que cela nous conduirait trop loin : je veux seulement faire allusion à deux points relatifs à la « traction avant ».

M. Grégoire ne voit pas pourquoi la grosse voiture se prête moins à la « traction avant » que la petite voiture. Il dit que la charge des quatre passagers est la même. Or, on n'a qu'à



regarder la « sortie de Paris », le dimanche, pour se rendre compte que les passagers, dans les grosses voitures, ne sont pas quatre, mais sept ou huit. Dans les petites, où ils ne tiendraient pas, il n'y en a que quatre. De plus, une grosse voiture porte souvent 100 kilogs d'essence tout à fait à l'arrière; une petite n'en porte que 40, quelquefois à l'avant, quelquefois à l'arrière.

Il y a un autre point à considérer qui se rallie à la question de la longueur du capot, c'est la question de la visibilité.

Comme j'habite à 25 kilomètres de Paris, j'ai eu l'occasion de prendre l'autobus Citroën, et je me suis assis à côté du conducteur pour me rendre compte pourquoi ce véhicule, qui s'arrête constamment et dont la vitesse maximum est peu élevée, peut faire le parcours Taverny-Paris à une vitesse moyenne très peu inférieure à la vitesse que je fais moi-même avec une grosse voiture sans m'arrêter. J'ai découvert qu'il y a à cela deux raisons : D'abord, c'est que, du fait qu'il s'agit d'un gros véhicule, tout le monde lui laisse la place sur la route, et puis, c'est que le conducteur, se trouvant assis sur une voiture à capot très petit, voit parfaitement où il va et peut passer dans des endroits où il y a tout juste la place de se faufiler et où aucun d'entre nous, aussi bon conducteur soit-il, n'oserait, sans doute, passer.

Or, la voiture à traction avant a le grave inconvénient d'avoir un capot plutôt long. De plus, par suite de l'absence de l'arbre de transmission, les sièges sont placés très bas. Par conséquent, cette voiture multiplie le défaut général de toutes nos voitures, même à traction normale : mauvaise visibilité.

C'est seulement dans les voitures étudiées par des maisons qui ont une grande expérience des courses, comme Bugatti, en France, Mercedes, en Allemagne, Alfa-Romeo, en Italie, Invicta, en Angleterre, que l'on trouve des capots assez courts et des radiateurs qui ne sont pas trop larges, de manière à permettre de voir les roues et de se rendre compte où l'on va. C'est une question de sécurité qui me paraît essentielle.

Pour ce qui regarde la question de la tenue en virage, je crois qu'il vaut mieux at-

tendre, pour pouvoir en discuter, d'avoir le texte de M. Grégoire sous les yeux.

En tout cas, je suis d'accord avec M. Grégoire pour dire qu'il y a incontestablement un avantage en faveur de la traction avant dans le fait d'un couple redressant en virage. Seulement, ce couple redressant n'existe guère que lorsque le moteur tire, mais il disparaît naturellement quand la voiture est débrayée, et encore plus quand le moteur est entraîné par la voiture (cas normal des virages pris par des conducteurs inexperts). Donc l'avantage de la « traction avant » est réel lorsque la voiture est entre les mains d'un conducteur parfait; mais, si la voiture à traction avant était adoptée par tout le monde, lorsque la boulangère, par exemple, prendrait un virage trop vite, elle traînerait, le moteur ne tirerait plus et son couple redressant disparaîtrait. Dans ces conditions, la voiture à traction avant serait pire, en pratique, que la voiture à poussée arrière.

**M. Grégoire.** — M. Martinuzzi a parlé tout d'abord des grosses voitures. Il s'agit, à mon avis, d'une question de répartition de poids. Il faudra étudier la répartition des poids pour l'usage qu'on demande à la voiture.

M. Martinuzzi a effleuré, ensuite, un point qui m'intéresse beaucoup, parce qu'il me permet, une fois de plus d'affirmer que la plupart des inconvénients imputables aux voitures à traction avant viennent — et je l'ai dit tout à l'heure — de ce que l'on a utilisé pour elles des organes de voitures à transmission arrière.

En ce qui concerne les virages, la question étant un peu technique et étendue, j'en reparlerai en réunion de section pour plus de détails.

**M. Martinuzzi.** — Il y a, en Angleterre, un omnibus à traction avant qui est très intéressant. Son aménagement permet une plateforme très vaste et une entrée très large pour les passagers. La traction avant peut trouver là une très heureuse application.

**M. le Président.** — Par suite de l'heure tardive, je propose que cette petite discussion



technique se poursuive en Section et soit reprise ensuite ici plus tard.

**M. André.** — Je voudrais demander à Monsieur Grégoire, qui s'est attaché à faire ressortir les avantages de la « traction avant », comment il peut se faire que M. Gabriel Voisin m'ait écrit, il n'y a pas longtemps, qu'il avait construit une voiture à traction avant (8 cylindres en V), à laquelle il n'avait rien trouvé d'intéressant?

Nous avons fait une voiture à traction avant chez Janteau. Janteau croyait qu'avec cette voiture nous ne pouvions pas avoir de tête-à-queue. Nous l'avons essayée aux

Champs-Élysées, un jour où il y avait de la glace, et Jeantaud a été déçu.

**M. le Président.** — Il faudrait que M. Gabriel Voisin confie sa voiture à M. Grégoire, qui l'essaierait pour rechercher les raisons de ces résultats négatifs.

Voilà, Messieurs, pas mal de questions qui devront encore être élucidées par nos première ou troisième sections et qui pourront, s'il y a lieu, être encore reprises, ici ensuite, en conférence générale, le cas échéant.

*(La séance est levée à 23 h. 15)*

---



## ÉTUDE DES DÉRAPAGES DES ROUES AVANT ET DES ROUES AR D'UNE VOITURE DÉCRIVANT UN VIRAGE

Supposons (fig. 1) un mobile A de masse M lancé dans une direction quelconque sur un sol horizontal sans qu'aucun frottement n'intervienne : ce mobile décrit une droite. Supposons maintenant qu'on veuille l'obliger à décrire une courbe dont le rayon de courbure va en diminuant. Il faut lui appliquer une force F (A) égale à  $\frac{Mv^2}{\rho}$ , v étant la vitesse et  $\rho$  le rayon de courbure. Si la force dont on dispose est constante, si le mobile est tiré par exemple par un fil d'une résistance R, le mobile décrira la courbe tant que  $\frac{Mv^2}{\rho}$  sera plus faible que R. Lorsque le rayon de courbure diminuera et que en A'' (FA''), c'est-à-dire  $\frac{Mv^2}{\rho}$  deviendra plus grand que R, le fil cassera et le mobile partira selon la tangente à la courbe.

Supposons maintenant que le mobile A soit une voiture automobile lancée sur une route horizontale tracée suivant la courbe précédente. Pour exécuter correctement le virage correspondant à cette courbe, il faut appliquer au centre de gravité de la voiture une force F égale à  $\frac{Mv^2}{\rho}$ . Nous supposons que cette force est la résultante de quatre forces appliquées à chacune des roues du véhicule. Nous appellerons F(A) la force agissant sur la roue A, F(B) sur la roue B, etc.

Ces forces élémentaires sont obtenues par le frottement des pneus sur le sol. Si les roues n'avaient aucune adhérence au sol, la voiture ne pourrait virer (ex.: une automobile sur la

glace). C(A) étant la charge sur la roue A et k le coefficient de frottement, C(A)k est la force utilisable que nous appellerons  $\Phi(A)$ . Tant que F(A) reste inférieur à  $\Phi(A)$  la roue décrit sa trajectoire normale. Lorsque F(A) augmente (augmentation de la vitesse, dimi-

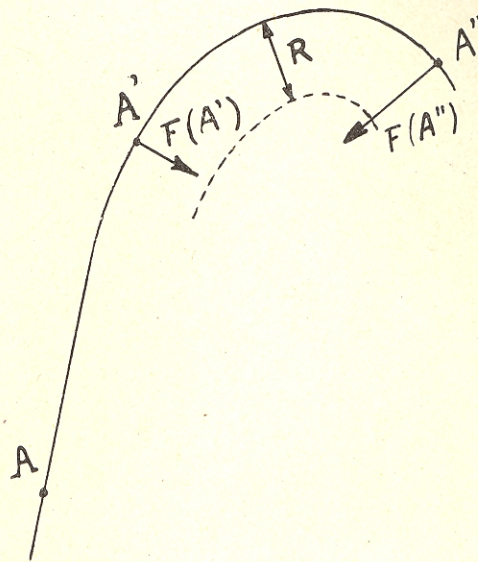


Fig. 1

nution du rayon de courbure) ou que  $\Phi(A)$  diminue (diminution du coefficient de frottement par cause de changement de sol, de cahots ou de chocs) la roue dérape.

Pour plus de simplicité nous considérerons seulement les roues A et B qui sont les plus rapprochées du centre de courbure de la courbe décrite par le centre de gravité de la voiture. Une roue ne peut évidemment déra- per seule et dans le cas d'un dérapage les deux roues de l'essieu suivent le même mouvement.



### Conséquences du dérapage

Prenons la roue A pour fixer les idées — tout ce qui suit s'appliquant également à la roue B.

Lorsque  $\Phi(A)$  devient inférieur à  $F(A)$  et que par conséquent un dérapage se produit, le coefficient de frottement  $k$  de la roue sur le sol diminue nettement. C'est là un fait expérimental.

Donc, si à la suite d'un dérapage A vient en A' nous aurons toujours

$$\Phi(A') < \Phi(A)$$

Il faut également remarquer que dès le début du dérapage la force  $F(A')$  qui est un des facteurs du mouvement du véhicule devient immédiatement égale à  $\Phi(A')$ .

Si en A'' au cours du mouvement du véhicule  $\Phi(A'')$  devient égal ou supérieur à  $F(A'')$  celui-ci reprendra le virage entrepris à condition évidemment que sa position le lui permette.

Quand une automobile est lancée sur le sol et qu'elle décrit une ligne droite, sur chaque roue agit une force opposée au mouvement,

et qui est l'effort de roulement sur le sol. Nous désignerons ces forces par  $f(A)$  et  $f(B)$ .

Dans le cas d'un virage assez court et pris relativement vite  $f(A)$  et  $f(B)$  existent toujours mais sont négligeables par rapport à  $F(A)$  et  $F(B)$ .

### DERAPAGE DE L'ESSIEU AV

$\Phi(A)$  devient inférieur à  $F(A)$ . La roue AV dérape par conséquent. Quel sera à ce moment le mouvement du véhicule privé de ses roues directrices?

Pendant le virage et sous l'effet des roues directrices le centre de gravité décrit une courbe déterminée et le véhicule subit un mouvement de rotation autour d'un axe vertical passant par le centre de gravité.

Les roues directrices, en dérapant, ne peuvent plus obliger le centre de gravité à décrire la courbe entreprise et celui-ci a tendance à filer selon la tangente à cette courbe. Quant au mouvement de rotation du véhicule sur lui-même il s'annule rapidement car il est entretenu justement par le frottement des roues directrices sur le sol.

G va donc venir en G'. La roue A va venir en A' et la roue B en B'. Lorsque le mouvement de rotation se sera trouvé annulé, la roue B aura tendance à venir s'aligner en B'' dans la direction A'A''. Le mouvement du véhicule devient alors rectiligne et  $F(A'')$  et  $F(B'')$  s'annulent.

Deux solutions se présentent :

ou le conducteur a laissé les roues AV braquées comme elles étaient en A. Une force  $f(A')$  assez considérable s'oppose au mouvement. La vitesse diminue et par conséquent  $f(A')$  diminue jusqu'au moment où en A''  $\Phi(A'')$  devient supérieur à  $f(A'')$ . A ce moment les routes avant ayant une adhérence suffisante, la voiture reprend le virage correctement;

ou le conducteur, pour reprendre le contrôle de sa voiture, braque les roues AV dans une direction voisine de AA'. A ce moment, le dérapage de l'avant est supprimé et le conducteur a la faculté d'entreprendre à nouveau le virage.

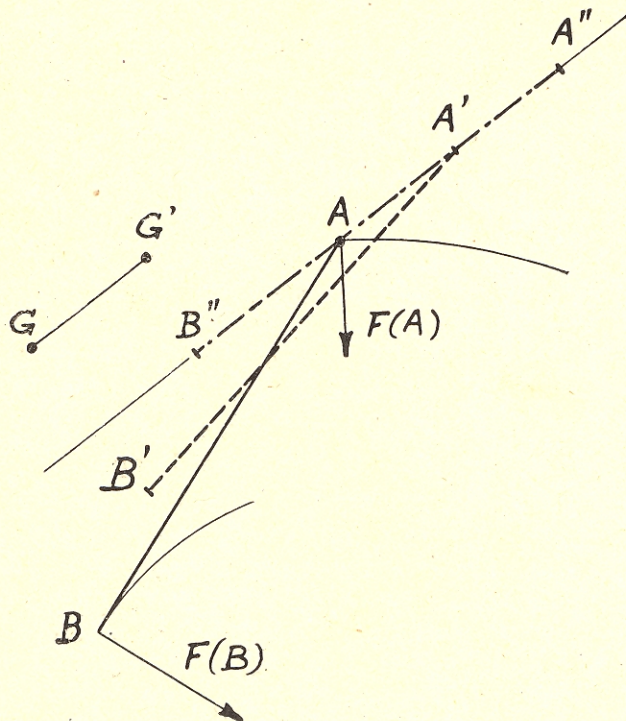


Fig. 2



DERAPAGE DE L'ESSIEU AR (FIG. 3)

$\Phi(B)$  devient inférieur à  $F(B)$ . La roue AR dérape par conséquent.

La roue AV A ayant une adhérence suffisante décrit la courbe entreprise et vient en A'. L'automobile n'étant plus maintenue par l'adhérence de l'AR, le centre de gravité du véhicule a tendance à filer dans une direction voisine de la tangente à la courbe qu'il décrivait.

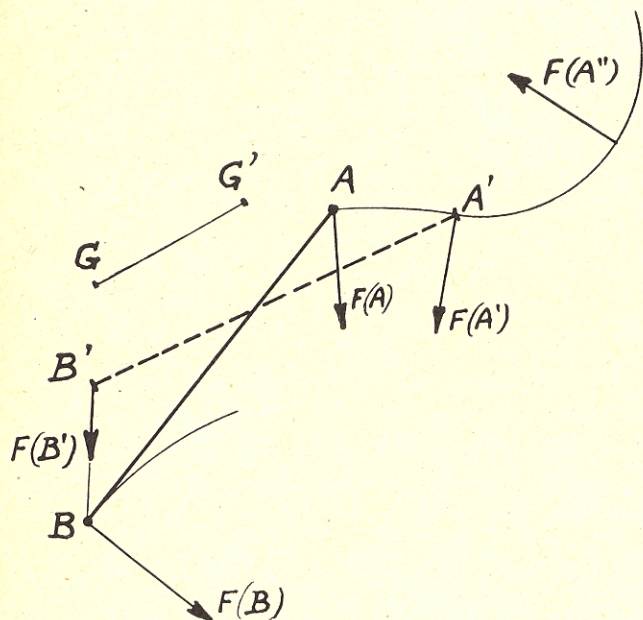


Fig. 3

G vient en G' et B vient en B' position déterminée par les positions de A' et de G'.

Examinons à ce moment les différentes forces appliquées. Nous avons en A' une force  $F(A')$  qui absorbe une partie de  $\Phi(A')$  pour suivre sa trajectoire. Nous avons en B' une force  $F(B')$  qui tend à s'opposer au mouvement  $BB'$  et qui est la force de frottement  $\Phi(B')$  dont la roue AR peut disposer en B'.

Nous avons vu qu'en B l'on a :

$$\Phi(B) < F(B)$$

à ce moment  $F(A)$  et  $F(B)$  sont du même ordre de grandeur, mais en B' le coefficient de frottement ayant diminué par suite du dérapage, il vient :

$$\Phi(B') < \Phi(B)$$

$$\text{donc : } F(B') = \Phi(B') < \Phi(B) < F(B)$$

comme on a toujours sensiblement, puisque la roue AV est supposée ne pas déraiper :  $F(B)$ ,  $F(A)$ ,  $F(A')$  du même ordre de grandeur.

Dans le cas du dérapage de l'arrière, on arrive donc à la conclusion que

$$F(B') < F(A')$$

A ce moment il y a un important déséquilibre des forces autour du centre de gravité et par conséquent l'automobile tend à prendre un mouvement propre de rotation R autour d'un axe vertical passant par son centre de gravité, mouvement qui tend à s'accélérer si  $F(A')$  conserve une valeur à peu près constante, c'est-à-dire si les roues avant continuent leur virage.

Cette conclusion théorique est confirmée par la pratique. Dans le cas du dérapage de l'arrière la voiture tourne en effet autour d'un axe vertical passant par son centre de gravité et ce mouvement tend à faire passer l'arrière de la voiture au-devant de l'avant. Ce phénomène connu est communément appelée « tête à queue ».

Cette particularité était utilisée par les conducteurs de voitures de course avant la guerre sous le nom de « virage aux freins ». Le conducteur, au milieu du virage, bloquait par un coup de frein ses roues AR. L'adhérence de l'AR diminuait donc immédiatement et la voiture avait tendance à effectuer la rotation R. Lorsque la voiture, par le fait de cette rotation se trouvait alignée dans la direction de la sortie du virage, le conducteur lâchait ses freins et repartait droit devant lui.

On constate également que, dans le cas d'un dérapage de l'AR et s'il n'est pas trop tard, la façon de rétablir la voiture dans une position normale, consiste, par un coup de volant brusque, à faire décrire à l'avant une courbe de courbure opposée à celle qu'il décrivait. On voit (fig. 3) que en A'' ( $F(A'')$ ) est dirigé en sens inverse de  $F(A')$  et qu'un mouvement de rota-



tion de la voiture autour de  $G''$  tend à s'opposer à l'effet du premier mouvement de rotation.

En résumé, lorsqu'une voiture prend un virage il y a une différence capitale entre le dérapage de l'avant et le dérapage de l'arrière.

Le dérapage de l'avant supprime instantanément tout déséquilibre des forces autour du centre de gravité. La voiture n'a donc aucune-

ment tendance à prendre un mouvement propre autour de son centre de gravité.

Le dérapage de l'AR, au contraire, crée un déséquilibre des forces autour du centre de gravité. Le véhicule acquiert un mouvement de rotation accéléré autour de l'axe vertical passant par ce point. Seule une grande précision dans la façon d'agir du conducteur peut enrayer ce dangereux mouvement et remettre la voiture dans une position normale.