

Titre : Comparaison des différentes automobiles utilisables comme poids lourds : Voitures pétroléo-électriques

Auteur : Dalebroux, Henri

Mots-clés : Automobiles électriques ; Automobiles * Carburants * Consommation

Description : 1 vol. (31 p.) ; 25 cm

Adresse : Liège : Imprimerie La Meuse, 1909

Cote de l'exemplaire : CNAM-BIB A 13151

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?A13151>



La reproduction de tout ou partie des documents pour un usage personnel ou d'enseignement est autorisée, à condition que la mention complète de la source (*Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*) soit indiquée clairement. Toutes les utilisations à d'autres fins, notamment commerciales, sont soumises à autorisation, et/ou au règlement d'un droit de reproduction.

You may make digital or hard copies of this document for personal or classroom use, as long as the copies indicate *Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*. You may assemble and distribute links that point to other CNUM documents. Please do not republish these PDFs, or post them on other servers, or redistribute them to lists, without first getting explicit permission from CNUM.

Hommage de
l'auteur H. Dalebroux Le 29. nov. 04
A 13151

Comparaison des différentes automobiles

utilisables comme poids lourds

Voitures Pétroléo-Électriques

PAR

HENRI DALEBROUX,
Ingénieur.

(Extrait du *Bulletin Scientifique de l'Association des Ingénieurs
électriciens sortis de l'Institut électrotechnique Montefiore.*)

LIÉGE
Imprimerie LA MEUSE
—(SOC. ANON.)—

1909



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comparaison des différentes automobiles utilisables comme « poids lourds ».

Voitures pétroleo-électriques.

GÉNÉRALITÉS.

C'est à la suite des résultats peu encourageants obtenus par l'exploitation des automobiles utilisées comme « poids lourds » et surtout à leurs causes que j'ai eu l'idée d'écrire cet article.

Si l'automobile n'est pas encore suffisamment perfectionnée pour être employée communément comme autobus ou camions, il ne faut pourtant pas passer sous silence que, dans bien des cas, les résultats médiocres obtenus par la plupart des sociétés exploitant les « poids lourds » proviennent de ce que l'exploitation de ces voitures ne se réalise pas dans les meilleures conditions. Avant tout, il faut savoir si le service prévu est susceptible d'être rémunératrice : ainsi, il n'est pas rationnel de créer des lignes d'autobus dans l'intention de faire la concurrence aux tramways électriques, eu égard aux dépenses relatives d'exploitation de ces deux genres de locomotion.

Ensuite, ce qui est surtout nécessaire, c'est d'utiliser le type de voiture convenant le mieux au genre d'exploitation, au profil et à la nature de la route ; en un mot, aux besoins du service prévu.

Pour remplir cette dernière condition, il est nécessaire de connaître exactement les propriétés des différents types d'automobiles. C'est là le but que j'essayerai

d'atteindre en comparant les principaux systèmes de voitures automobiles construites en vue d'être utilisées comme « poids lourds. »

L'application de l'automobile aux usages industriels date de quelques années seulement. A Londres, ce mode de traction pour le transport en commun se développa rapidement, grâce aux conditions favorables à l'extension de ce genre de locomotion. En effet, c'est la ville la plus populeuse du monde et celle où circule le plus grand nombre d'omnibus. La concurrence y est absolument libre, le prix de l'essence est peu élevé (fr. 0,14 à 0,15 le litre), les chaussées sont bien entretenues et peu accidentées. Toutes ces conditions étaient favorables à l'extension de la traction automobile pour le transport en commun. Aussi, en 1907, il existait vingt-sept sociétés à Londres exploitant des autobus.

Mais, par suite de la mauvaise organisation de ces sociétés, de l'entretien coûteux des autobus, du tarif peu élevé dû à l'énorme concurrence, les dépenses dépassèrent rapidement les recettes d'exploitation. La plupart des Compagnies ne purent continuer à exploiter et, sur ces vingt-sept sociétés existant en 1907, il n'en restait, en 1908, que six importantes. Celles-ci utilisaient un nombre d'autobus de 1,017 de dix-sept marques différentes, dont 972 à pétrole, 34 à vapeur et 11 électriques à accumulateurs. Après Londres, le transport en commun se développa rapidement dans un grand nombre de villes. Mais les résultats d'exploitation de la plupart des sociétés furent médiocres. Les frais d'exploitation dépassaient de beaucoup les hypothèses émises.

Voici, à titre de curiosité, les dépenses par kilomètre-voiture, relatives à quelques Compagnies :

DÉPENSES DIVERSES	FRANCS	Pour cent des dépenses totales par kilomètre-voiture.
Administration générale . . .	0,005 — 0,861	
Personnel d'exploitation . . .	0,11875 — 0,1964	
Combustible	0,1162 — 0,2982	10,5 % — 23,4 %
Graissage	0,0187 — 0,0346	
Eclairage	0,0073 — 0,021	
Entretien des bandages . . .	0,1132 — 0,2062	9,5 % — 19 %
Entretien des voitures. . . .	0,08125 — 0,3027	13,5 % — 26 %
Assurances	0,0136 — 0,06	
Loyer des garages.	0,0912 —	
Total des dépenses d'exploitation.	0,6422 — 0,9416	
Intérêt du capital	0,05 —	
Amortissement des voitures .	0,3625 —	32 %
» des bâtiments . . .		
» du dépôt de benzine		
» de l'outillage. . .	0,0075 —	
Total du service financier . .	0,2441 — 0,689	
Dépenses totales pr km-voiture	0,82805 à 1,2260	
Recettes par km-voiture. . .	0,35 à 1,20	

Le tableau suivant résume les recettes et les dépenses totales d'exploitation de quelques sociétés.

Recettes totales d'exploitation relatives à quelques sociétés.	70,627	3,708	33,293	26,181	1,172
Dépenses totales d'exploitation relatives à ces sociétés .	67,969	8,105	82,268	64,215	11,215
Excédent de recettes	2,658	—	—	—	—
Excédent de dépenses	—	4,397	48,975	38,034	10,043

On voit qu'il n'y a qu'une seule société en bénéfice, encore faut-il dire que celle-ci exploite une ligne d'excursions, c'est-à-dire une ligne qui doit être considérée comme un cas particulier.

Ce tableau ne peut donner qu'une idée très générale des diverses dépenses que nécessite la traction automobile. En effet, ces chiffres sont relatifs à des sociétés exploitant dans des conditions complètement différentes. Par exemple, on voit dans ce tableau que la dépense de combustible varie par kilomètre-voiture de 11 à 29 centimes. Cela ne veut pas dire que la société dépensant 29 centimes exploite plus mal que celle ne dépensant que 11 centimes. En effet, cette somme est fonction d'un grand nombre de facteurs, notamment du profil de la route, du poids des voitures, du genre d'exploitation, du prix de l'essence.

Ces différents chiffres ont été recueillis dans les *Réponses aux questionnaires* du quinzième Congrès international de Tramways et de Chemins de fer d'intérêt local.

Ce tableau ne donne pas la dépense de combustible par tonne kilométrique. En se basant sur le poids des voitures avec charge moyenne, on trouve que la dépense de combustible par tonne kilométrique varie de fr. 0,02836 à 0,053. Cette dernière dépense varie, évidemment, avec le prix et la nature du combustible, avec le genre d'exploitation, avec le profil de la route, avec le rendement du moteur. Ce sont ces différents facteurs qui sont les causes de l'écart existant entre ces derniers chiffres.

Le prix des garnitures de bandage varie avec le poids devant être supporté de 1,500 à 3,785 francs. La dépense kilométrique oscille aux environs de 20 centimes. La garantie de parcours varie de 9,000 à 15,000 kilomètres. La durée des bandages est fonction de leur qualité, du poids qu'ils supportent, de la vitesse, de l'état des chaussées, du nombre d'arrêts et de changements de vitesse.

Il résulte de ces quelques chiffres que les dépenses les plus importantes sont :

Le combustible (10,5 à 23 % des dépenses totales par km-voiture).

L'entretien des bandages (9,5 % à 19 % des dépenses totales par km-voiture).

L'entretien des voitures (13,5 % à 26 % des dépenses totales par km-voitures).

L'amortissement des voitures (32 % des dépenses totales par km-voiture).

En ce qui concerne le transport par camions-automobiles, je ne possède pas de chiffres exacts, mais je ne crois pas que l'on arrive à des résultats beaucoup plus avantageux et, si nombreux sont déjà les industriels qui ont remplacé la traction chevaline par la traction mécanique, rares sont ceux qui, par cette transformation, réalisent une économie. Mais, heureusement, cette mauvaise utilisation ne provient pas de la dépense en essence, qui ne s'élève guère à plus de quelques centimes par tonne kilométrique. Ce qui coûte le plus, ce sont les réparations et l'amortissement, lesquels proviennent principalement du système d'automobile communément utilisée qui, je crois, ne convient pas judicieusement pour les « poids lourds. »

C'est pourquoi j'ai cru intéressant de comparer les différentes automobiles existant aujourd'hui, pour qu'on puisse se rendre compte quelle est la plus apte à satisfaire les conditions exigées par les « poids lourds. »

Le moteur généralement utilisé dans les automobiles est, comme on le sait, basé sur le cycle à quatre temps de Beau de Rochas. Ce cycle, n'ayant qu'une seule course motrice sur quatre, amène un couple assez irrégulier, qu'on parvient à améliorer en augmentant la vitesse du moteur et en composant celui-ci de plusieurs cylindres.

On obtint de la sorte un moteur puissant et léger, condition nécessaire à l'automobile.

Mais celle-ci ne suffisait pas. En effet, le moteur à essence ne fonctionne avantageusement qu'à une vitesse déterminée ou tout au moins aux environs de cette vitesse qu'on appelle vitesse de régime.

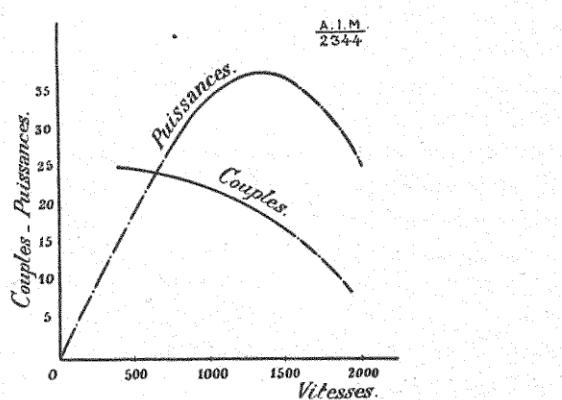


Fig. 1.

La figure 1, représentant les variations du couple et de la puissance en fonction de la vitesse, nous montre le peu de souplesse de ce moteur.

Les transmissions des usines fonctionnent constamment à une vitesse à peu près constante et c'est pourquoi le moteur à quatre temps convient parfaitement pour leur transmettre la force.

Mais les conditions de fonctionnement d'une automobile sont tout autres. En effet, celle-ci doit passer par toutes les vitesses. La constitution du moteur à essence ne permettant pas de suivre toutes les allures de la voiture (comme le ferait un moteur à vapeur), il était nécessaire de placer, entre ce moteur et les roues qu'il devait actionner, des organes qui complétaient les conditions

manquant au moteur à essence pour être appliquée à ce genre de locomotion.

Les inventeurs donnèrent diverses solutions au problème qui se présentait et ce sont celles-ci qui firent naître les différents types d'automobiles.

I. — VOITURES A TRANSMISSION MÉCANIQUE.

Dans cette voiture on supplée au manque de souplesse du moteur par l'adjonction des changements de vitesse. Un différentiel est nécessaire pour permettre l'indépendance des roues dans les virages. Attendu que le moteur se trouve fixé à un châssis mobile par rapport aux roues, il nous faut une transmission par chaînes ou par cardan.

Mais ces changements de vitesse soumettent tous les organes à des chocs brusques, que l'on atténue cependant par la présence d'un embrayage assez progressif. Cependant, il suffit d'un instant d'inattention du chauffeur pour embrayer trop vite. Alors, tous les organes de la voiture, étant brusquement soumis à des chocs violents, se brisent ou s'usent rapidement.

Pour pouvoir résister à ces variations brusques, on utilisa des aciers extrêmement résistants, grâce auxquels on put construire des voitures légères assez robustes.

Mais, si les voitures légères peuvent résister sans une usure exagérée, il n'en est pas de même des « poids lourds », déterminant des variations d'efforts considérables.

Les chocs successifs qui se produisent aux démarrages et aux changements de vitesse fatiguent énormément le moteur et les organes de transmission.

L'entretien de la voiture devient tellement onéreux que son utilisation est, pour la plupart des industriels, impossible.

C'est ce qui a été compris par quelques constructeurs qui ont travaillé la question de l'automobile industrielle d'une tout autre façon.

Avant de décrire les autres moyens utilisés pour suppler au manque de souplesse du moteur à essence, montrons la différence entre ce moteur et celui à vapeur.

II. — DIFFÉRENCE ENTRE L'ESSENCE ET LA VAPEUR.

La principale qualité du moteur à vapeur est sa grande élasticité, qui rend judicieuse son application à l'automobile.

En effet, avec une lourde charge, c'est au démarrage que l'on a besoin du plus de force.

Il est nécessaire de donner à ce moment un coup de collier. Le moteur à vapeur pourra doubler ou tripler sa puissance par la simple variation de la détente, tandis que le moteur à explosion, au lieu de renforcer sa puissance à ce moment, la diminue.

Donc, contrairement au moteur à vapeur, le moteur à essence diminue sa force effective et réelle au moment où il serait nécessaire que cette force augmentât, et, malheureusement, il ne donne sa puissance maximum que lorsqu'on n'en a plus besoin.

On arrive à cette conclusion : pour que la voiture à essence soit susceptible de pouvoir vaincre toutes les difficultés et les exigences qui se présentent, il est nécessaire que son moteur ait une puissance beaucoup plus grande que celle qu'il donne en marche normale.

Là où il faudra un moteur de 60 chevaux à essence, il sera à peine nécessaire d'un moteur de 20 chevaux à vapeur.

On pourra faire l'objection que les autobus possèdent des moteurs ne dépassant pas 40 chevaux.

Cela est très possible, puisque l'on pourrait au besoin démarrer des poids lourds avec un moteur d'une très faible puissance en utilisant des changements de vitesse suffisamment démultipliés. Mais alors, les démarriages ne peuvent se faire que très lentement. Or, le démarrage rapide dans une exploitation d'autobus est une condition nécessaire, car il est de toute utilité de perdre le moins de temps possible, de manière à permettre le plus grand nombre d'arrêts.

Si nous considérons le cas d'un camion industriel, le démarrage rapide n'est pas une condition nécessaire, mais alors la nécessité d'un grand nombre de changements de vitesse se fait sentir, ce qui, non seulement augmente les frais et l'amortissement, mais encore complique les manœuvres.

Avec la vapeur, par suite de l'élasticité du moteur, de l'avantage de pouvoir augmenter ou diminuer sa vitesse, d'arrêter ou de mettre en route, de marcher en avant ou en arrière par l'action de simples leviers, les mécanismes de transmission sont réduits à leur plus simple expression.

Du fait que l'on est forcé d'utiliser un moteur à essence d'une grande puissance, non utile en marche normale, il s'ensuit que ce moteur fonctionne normalement dans de très mauvaises conditions au point de vue économique. En outre, le moteur à vapeur est plus solide que celui à essence, parce que, dans le premier, la vapeur agit doucement et sans secousses, contrairement à ce qui se passe avec le moteur à essence.

Les réparations d'une voiture à vapeur sont moins onéreuses que celles d'une voiture à essence.

Au point de vue de la consommation, cette dernière consomme évidemment moins de litres d'essence que ne consomme la voiture à vapeur en litres de pétrole de chauffage, attendu que la machine à vapeur utilise deux transformations au lieu d'une.

Mais, si nous comparons en francs, chose essentielle pour une exploitation, il arrive, dans bien des cas, que les différences de prix entre l'essence et le pétrole de chauffage donnent l'avantage à la voiture à vapeur.

Cependant, si la vapeur a de très grands avantages sur l'essence, il ne faut pas passer sous silence les inconvénients que présente l'utilisation de cet agent.

Le principal ennui est le générateur, qui est lourd, encombrant et nécessite pour son alimentation une réserve en eau assez considérable. La mise en marche est la cause d'une perte de temps de quelques minutes. Le chauffage se fait habituellement au moyen de brûleurs à pétrole (ou à huiles lourdes) qui s'enkrassent assez rapidement. Outre ces quelques inconvénients, la vapeur nécessite une surveillance plus active ; aussi n'est-elle pas à conseiller pour le particulier qui, en général, n'a pas assez de compétence pour une telle voiture.

Mais l'utilisation de la vapeur pour les « poids lourds » est tout indiquée. En effet, ces voitures doivent utiliser un mécanicien dont les seules fonctions sont précisément la surveillance et l'entretien de la voiture.

III. — VOITURES PÉTROLÉO-ÉLECTRIQUES.

Nous avons vu que le moteur à essence a l'avantage de la simplicité de la mise en marche et du peu d'éléments nécessaires à son fonctionnement. Mais son manque d'élasticité nécessite, pour son utilisation avec les « poids lourds », un moteur extrêmement puissant, fonctionnant dans de mauvaises conditions économiques en marche normale. En outre, on est obligé d'utiliser des systèmes de transmission par engrenages déterminant une perte importante du travail transmis. Ces engrenages se brisent et s'usent rapidement, amenant des frais considérables.

Nous avons dit que le moteur à vapeur a pour lui le grand avantage de l'élasticité, permettant de simplifier les mécanismes de transmission.

En résumé, le moteur à essence ne peut être utilisé avantageusement pour les « poids lourds », mais la facilité d'approvisionnement en cours de route et l'inutilité d'un aide rendent la voiture à essence ordinaire excellente pour le grand tourisme.

Voici la description des principaux types d'automobiles construits dans l'intention d'obtenir les avantages du moteur à essence et ceux de la vapeur, tout en supprimant quelques inconvénients de ces deux agents :

Auto-mixte de M. Pieper.

Les auto-moteurs mixtes sont des voitures dont l'énergie, produite par des moteurs thermiques, est transmise aux roues par l'intermédiaire d'un organe électrique.

Dans la voiture de M. Pieper, on a évité la présence d'un moteur extrêmement puissant et peu économique en marche normale, en supplémentant au manque de souplesse du moteur à essence par l'adjonction d'un moteur électrique calé sur l'arbre du moteur thermique.

Aux démarriages et dans les côtes, le moteur thermique vient aider le moteur à essence, grâce au courant reçu par une batterie d'accumulateurs ; et, dans les descentes et au freinage, le moteur électrique fait fonction de générateur et charge les accumulateurs.

En un mot, nous avons ici une simple batterie-tampon rendant les mêmes services que celles placées dans les centrales électriques en vue d'une meilleure utilisation des machines.

Voici quelle est la solution donnée par M. Pieper pour rendre pratique l'emploi de la voiture mixte. La figure 2 montre la disposition générale de cette voiture.

Une dynamo 2 est calée sur l'arbre du moteur thermique 1. Le prolongement de cet arbre est terminé par une couronne d'embrayage 3. Une couronne 5 fixe sert au

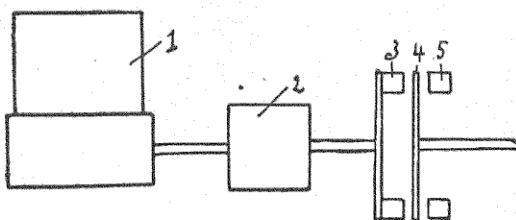


Fig. 2.

freinage. Entre ces deux couronnes peut se déplacer un disque 4 fixé à l'arbre attaquant le différentiel. Chacune de ces couronnes porte un enroulement magnétisant pouvant recevoir un courant variable développant un flux magnétique circulaire qui tend à se fermer par le disque.

Selon que le courant passe dans l'enroulement 3 ou 5, on obtiendra l'adhérence du disque 4 avec 3 ou 5, c'est-à-dire l'embrayage ou le freinage.

La figure 3 nous montre le schéma de la disposition des connexions électriques.

La valve d'admission 1 du carburateur est réglée automatiquement par l'action d'un noyau en fer doux 2 suspendu à l'intérieur d'un solénoïde à double enroulement. L'un de ceux-ci, 3, à fil fin, est monté en dérivation sur la batterie, et l'autre, 4, à gros fil, se trouve dans le circuit reliant la dynamo 5 aux accumulateurs 6.

Le courant peut s'inverser dans l'enroulement à gros fil selon que le courant de la batterie est de charge ou de décharge, c'est-à-dire selon que la différence de potentiel de la dynamo est plus grande ou plus petite que celle de la batterie. La force électromotrice de la dynamo variera

avec sa vitesse et, par conséquent, avec celle du moteur thermique.

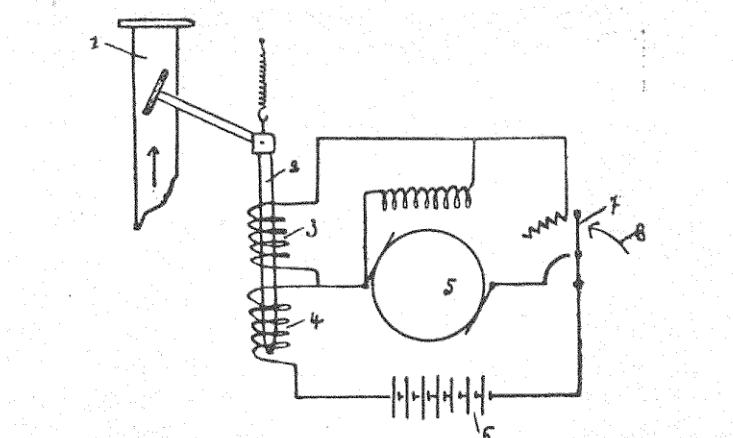


Fig. 3.

Lorsque le courant est de décharge, l'action de 4 se soustrait de celle de 3, le noyau est refoulé et ouvre l'admission des gaz. Lorsque le courant est de charge, l'action de 4 s'ajoute à celle de 3, et le noyau est aspiré et ferme l'admission des gaz.

Voyons ce qui se passe lors du fonctionnement de la voiture.

Mise en marche du moteur thermique. — Le déplacement du levier 7 dans le sens indiqué par la flèche 8 a pour effet de relier la batterie au moteur et d'exciter celui-ci au maximum. Le moteur thermique étant entraîné va accélérer la vitesse du groupe et la différence de potentiel aux bornes de la dynamo deviendra supérieure à celle de la batterie, ce qui aura pour effet d'inverser le courant dans l'enroulement 4, et la batterie se chargera.

Aux démarriages et aux coups de collier, la vitesse de

la dynamo diminuant, la force électromotrice à ses bornes sera inférieure à celle de la batterie, on aura donc un courant de décharge qui aura pour effet:

- 1^o De faire fonctionner la dynamo comme moteur;
- 2^o D'agir sur l'admission de façon à donner au moteur sa puissance maximum.

Variations de vitesse du véhicule. — La voiture prendra une vitesse de régime qui dépendra du courant d'excitation. En effet, si on diminue l'excitation (au moyen du levier 7), la différence de potentiel aux bornes de la dynamo diminuera et le courant de la batterie sera de décharge.

Les phénomènes décrits aux 1^o et 2^o précédents se reproduiront et auront pour effet d'augmenter l'allure de la voiture jusqu'à une nouvelle vitesse de régime.

Donc, pour faire varier la vitesse de la voiture, il suffit d'agir sur l'excitation.

Selon le profil de la route, et automatiquement, il s'ensuivra donc que sur les rampes la batterie aidera le moteur thermique et sur les pentes la dynamo chargera la batterie et récupérera ainsi l'énergie disponible.

La vitesse de la voiture dépendant de l'action des deux enroulements 3 et 4 et ceux-ci faisant l'équilibre à la traction du ressort 9, il s'ensuit que la tension de ce dernier a une influence sur la vitesse.

On règle cette tension de manière que la voiture roulant à une vitesse fixée en palier, les accumulateurs soient bien chargés et que le courant traversant la dynamo soit presque nul.

Les organes de commande de cette voiture sont: la pédale commandant les courants d'embrayage et de freinage et le combinateur qui permet de changer l'allure du véhicule et la marche arrière.

Nous obtenons donc, grâce à cette batterie tampon,

une grande souplesse, d'où une fatigue moins grande des organes.

Dans les pentes et lors des arrêts, on peut récupérer l'énergie dissipée ordinairement en chaleur par les freins.

La mise en marche se faisant électriquement, on n'hésite plus à arrêter le moteur pour le moindre stationnement de la voiture. Il en résulte une économie d'essence.

Les engrenages de la boîte des changements de vitesse et de la marche arrière sont supprimés, cette dernière se faisant par la dynamo fonctionnant comme moteur.

Nous avons la commodité de l'éclairage électrique.

Cependant, l'embrayage, étant magnétique, ne se fait pas sans une perte de courant, laquelle est toutefois peu importante.

Le cas de la batterie tampon des voitures mixtes diffère un peu de celui existant dans les centrales d'électricité. En effet, dans celles-ci, on utilise une batterie tampon en vue de faire fonctionner les machines dans les meilleures conditions, c'est-à-dire en pleine charge et à vitesse constante, et on arrive à ce résultat ; tandis que, dans le cas de la voiture de M. Pieper, le moteur thermique, devant suivre les variations d'allure de la voiture, ne peut presque jamais fonctionner à sa vitesse de régime et fonctionne donc rarement économiquement.

En résumé, nous avons dans cette voiture un moteur à essence moins puissant, la suppression des changements de vitesse, un démarrage facile, un embrayage et un freinage électriques, la suppression de la magnéto, l'éclairage électrique. Mais, pour arriver à cela, il nous faut malheureusement une batterie d'accumulateurs et une dynamo. On peut admettre que cette batterie n'a pas une tendance à se détériorer fort rapidement ; en effet, elle se trouve dans des conditions telles qu'elle ne peut se décharger

complètement. Mais la présence de cette batterie est une cause de panne, et si la dépense due à son entretien n'est pas élevée, elle peut cependant être la cause de l'augmentation du matériel hors service, ce qui augmente le capital immobilisé.

Toutefois, cette voiture possède les conditions demandées aux « poids lourds » et peut être utilisée avantageusement pour cet usage, notamment comme autobus, voiture de pompiers et pour divers usages militaires.

IV. — VOITURES PÉTROLÉO-ÉLECTRIQUES A ÉLECTRO-MOTEURS.

Mais le moteur idéal de la locomotion est certes le moteur électrique, qui a l'avantage de fonctionner avec une régularité parfaite. Grâce à ce fait qu'il peut fournir à certains moments un travail de beaucoup supérieur au travail normal, il a pour lui cet avantage précieux de démarrer facilement et de pouvoir vaincre les rampes les plus raides.

S'il s'agit de courant continu, c'est le moteur excité en série qui convient le mieux, car il permet un couple de démarrage puissant et une tendance à l'auto-régulation de la puissance absorbée.

Le réglage de la voiture peut se faire en intercalant des résistances en série avec l'induit ou en dérivation avec l'inducteur.

L'adaptation de plusieurs moteurs électriques permet de réduire la puissance perdue par les résistances : il suffit que les moteurs soient successivement mis en série, en série parallèle et en parallèle.

Le changement de marche et le freinage s'effectuent simplement en changeant le courant de l'armature.

Electromobile.

Dans les électromobiles, l'énergie est emmagasinée dans des accumulateurs dont le courant alimente des électromoteurs. Le poids mort dans ces voitures est considérable, et les distances pouvant être parcourues, ne dépassant guère une centaine de kilomètres, limitent l'emploi du véhicule à un faible périmètre. L'entretien et la charge des accumulateurs présentent des difficultés.

Ces inconvénients rendent l'électromobile tellement coûteuse que son utilisation comme « poids lourds » a été complètement abandonnée.

En vue de parer aux inconvénients de la vapeur, tout en profitant des avantages du moteur électrique, quelques constructeurs ont conçu les types de voitures pétroliélectriques avec électromoteurs.

Voiture « Mercédès » Mixte.

Dans cette voiture exposée au Salon de l'Automobile, à Paris, en 1907, on utilise un moteur à essence actionnant une dynamo dont le courant produit charge des accumulateurs, lesquels actionnent deux électromoteurs attaquant les roues.

Cette voiture est compliquée et nécessite un poids mort considérable.

Elle ne peut être considérée que comme voiture de grand luxe, mais elle n'est pas utilisable comme poids lourd.

V. — VOITURES A TRANSMISSION ÉLECTRIQUE.*Voiture « Krieger »*

Dans le procédé « Krieger » le moteur thermique actionne directement une dynamo dont le courant est envoyé dans deux électro-moteurs attaquant soit les roues avant, soit les roues arrière.

Pour les voitures de ville ou de tourisme, les moteurs actionnent les roues par des engrenages directs. Pour les « poids lourds », l'attaque se fait par double réduction. Les engrenages utilisés, étant à denture hélicoïdale, donnent une transmission continue et silencieuse. Il est à conseiller d'utiliser pour ces engrenages des roues à chevrons à denture hélicoïdale évitant les pressions (dans le sens de l'axe des roues), entraînant des pertes d'énergie. La figure 4 représente un châssis « Krieger » à transmission électrique pour camion.

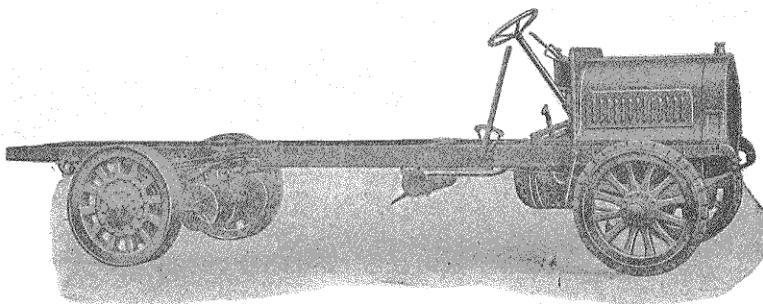


Fig. 4.

Voici le principe de l'auto-régulation : elle est telle que la vitesse du moteur à explosion, ainsi que la puissance fournie par la dynamo, reste constante quelles que soient les variations de vitesse du véhicule, variations dépendant du profil ou de l'état de la route.

Le schéma donné par la figure 5 montre le montage d'une voiture à deux moteurs.

La dynamo A est excitée par un enroulement différentiel se composant de B et C, dont B est enroulé en dérivation sur les balais et dont C en série tend à démagnétiser le champ et à donner une différence de potentiel inverse de celle donnée par B.

La valeur relative de ces deux enroulements est telle que l'on ait toujours :

$$W = e \times i \text{ watts} = \text{constante.}$$

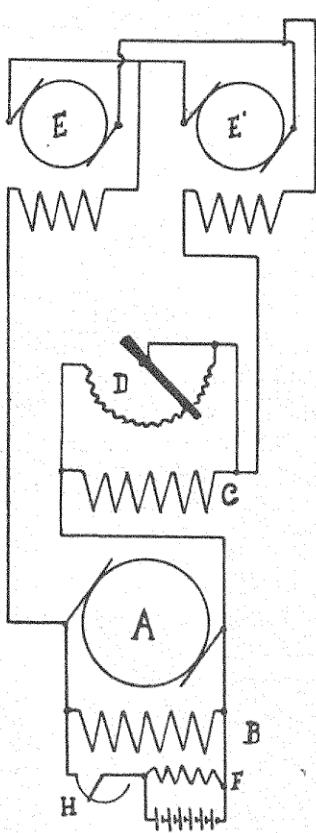


Fig. 5.

Avec les variations du profil de la route i augmentera ou diminuera, amenant une diminution ou une augmentation de e de manière à avoir toujours $W = e \times i = \text{constante}$, et la voiture ralentira ou accélérera automatiquement.

Pour permettre au conducteur d'être maître de la vitesse de son véhicule, l'enroulement série C peut être shunté à volonté au moyen du shunt D.

Un troisième enroulement F, dont l'action est concourente avec celle de l'enroulement B, reçoit le courant d'une petite batterie d'accumulateurs G qui peut être rechargée pendant la marche de la voiture grâce à un rhéostat H.

Dans cette figure, les moteurs E et E' sont montés en parallèle.

Pour les fortes côtes on les couplera en série.

La marche arrière s'obtient par renversement du courant induit des moteurs.

Le freinage peut être électrique.

Un levier unique commande le combinateur qui produit :

- 1^o Le démarrage du moteur thermique, grâce à la dynamo alimentée momentanément par la batterie ;
- 2^o Les trois excitations à la fois ;
- 3^o Le couplage en série des deux moteurs pour la montée des fortes rampes ;
- 4^o La marche arrière ;
- 5^o Le freinage électrique.

Dans les voitures « Krieger » exposées au Salon de l'Automobile à Paris, l'enroulement F et la batterie n'existent pas. La mise en marche du moteur se fait à la main.

L'amorçage de la génératrice se fait au moyen d'une pédale. Lorsque celle-ci est à l'état de repos, la voiture est à l'arrêt ; la génératrice ne peut s'amorcer et l'admission des gaz correspond à la plus faible vitesse du moteur. Pour amorcer la génératrice, il suffit de manœuvrer cette pédale, qui ouvre en même temps l'admission des gaz.

La maison Krieger a également étudié un système de voiture à transmission électrique dont le moteur thermique était alimenté par un gazogène.

La figure 6 montre la disposition de cette voiture.

Le gaz produit dans le gazogène 2 passe dans le laveur 3 et se rend par 11 au moteur 1. Le gazogène peut fonctionner soit par l'aspiration du moteur, soit par l'insufflation produite par un ventilateur 7 commandé par le moteur.

Le moteur 1 commande une génératrice 4 auto-régulatrice à puissance constante qui fournit le courant d'utilisation aux moteurs électriques. Les connexions électriques de cette voiture sont les mêmes que celles représentées dans la figure 5.

Cette voiture peut être utilisée dans les pays où il est difficile de se procurer de l'essence à bon compte. Mais

dans les pays où le prix de l'essence est peu élevé, ce véhicule ne peut être conseillé à cause des difficultés de fonctionnement de cette voiture qui la rendent peu

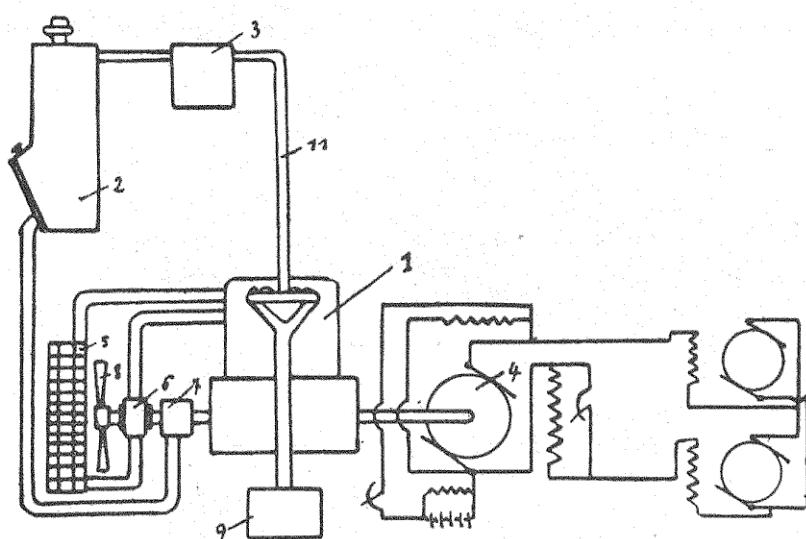


Fig. 6.

pratique. De plus, il est presque certain que l'économie que l'on réalisera par l'emploi de ce gazogène pourrait bien être annulée par les frais d'entretien supplémentaires que nécessitera inévitablement la présence de ce gazogène.

Voiture Balachowsky et Caire.

Cette voiture, exposée au dernier Salon de Paris, est également à transmission électrique. L'auto-régulation diffère de celle des voitures « Krieger ». Voici quel en est le principe :

La disposition de deux jeux de balais de même polarité permet, lorsque l'ampérage est faible, d'ajouter le flux de

l'induit à celui de l'inducteur, contrairement à ce qui se passe dans les dynamos ordinaires.

Si l'ampérage augmente, la ligne neutre se déplace, et l'action magnétisante de l'induit diminue jusqu'à pouvoir s'annuler, ce qui diminue le flux de la génératrice et par conséquent la valeur de e .

Quelle que soit l'allure de la voiture, la valeur de $e \times i$ est toujours constante.

L'auto-excitation est obtenue sans intervention d'accumulateurs.

L'induit des électromoteurs constitue le moyeu même de la roue, de telle sorte que le véhicule se trouve entraîné par le simple jeu des phénomènes électromagnétiques, ce qui évite la présence d'engrenages de transmission. C'est une simplification donnant une solution simple et très élégante pour la voiture de ville ou de tourisme qui possède des pneumatiques.

Pour les « poids lourds », il est préférable d'utiliser un train d'engrenages, de manière à pouvoir supporter l'électromoteur par un lien élastique.

En résumé, nous voyons ce qui frappe dans la voiture à transmission électrique, c'est sa simplicité. En effet, nous avons un groupe électrogène envoyant son courant dans deux électro-moteurs, et, sans autres organes, nous possédons tous les éléments remplissant très avantageusement toutes les conditions demandées par une voiture automobile.

En effet, par suite de l'auto-régulation, les changements de vitesse mécaniques n'existent plus. L'ambrayage est supprimé. Il n'y a plus de manœuvres à exécuter, la vitesse de la voiture augmentant ou diminuant automatiquement. L'indépendance des roues étant obtenue grâce aux deux électro-moteurs, le différentiel mécanique est supprimé.

La marche arrière s'obtenant par le changement de sens du courant dans les induits des électro-moteurs ne nécessite plus d'engrenages. La commande de la voiture est donc des plus simplifiée, ce qui permet au conducteur de porter une plus grande attention à la conduite de l'automobile.

Nous n'avons dans la voiture à transmission électrique que les engrenages d'attaque des deux électro-moteurs. Dans la voiture Balachowsky et Caire, nous n'avons même plus un seul pignon denté. Et, cependant, ces voitures fonctionnent avec la plus grande souplesse.

Le moteur thermique est utilisé dans de très bonnes conditions.

Nous nous mettons en garde contre l'objection d'un grand nombre de personnes qui trouvent dans la voiture à transmission électrique le grand inconvénient de transformer la puissance du moteur thermique en énergie électrique, transformation qui ne peut que nuire au rendement de la voiture. Mais, au contraire, cette transformation élève le rendement moyen de la voiture grâce à la propriété des électro-moteurs d'avoir un rendement élevé à toutes les charges, contrairement à ce qui se passe dans les transmissions mécaniques.

C'est, d'ailleurs, ce qui a été compris déjà par un grand nombre d'industriels qui font fonctionner les machines de leur usine par des électro-moteurs recevant le courant d'un groupe électrogène.

En un mot, l'auto à transmission électrique présente de grands avantages et c'est surtout aux « poids lourds » que convient judicieusement ce type de voiture.

En effet, avec de fortes charges, les brusques variations d'efforts, qui sont énormes, détruisent rapidement tous les organes des automobiles à transmission mécanique, contrairement à ce qui se passe avec la transmission

électrique, qui nous donne une élasticité aussi grande que nous le désirons.

Les bandages des roues motrices des voitures ordinaires recevant les variations brusques patinent et s'usent plus rapidement que dans la voiture à transmission électrique.

De plus, il est permis avec cette dernière d'avoir les quatre roues motrices de manière à profiter de l'adhérence complète de la voiture, ce qui permet d'éviter presque complètement le patinage des roues, si néfaste aux bandages caoutchoutés. Dans ce cas, les quatre électro-moteurs pourront être placés successivement en série, en série parallèle et en parallèle, selon les besoins.

En résumé, la voiture à transmission électrique utilisée comme voiture de ville ou de tourisme, et surtout comme «poids lourds», peut être conseillée à tous les points de vue.

Voiture à transmission électrique à courant alternatif.

Dans les deux automobiles à transmission électrique décrites plus haut, la génératrice est à courant continu.

Le courant alternatif peut être également utilisé avantageusement dans ce type de voiture.

En effet, le moteur d'induction a l'avantage d'être moins coûteux, grâce à sa construction simple et, par suite de l'absence de collecteur, son entretien est des plus faciles.

MM. Hart et Durtnall ont construit une automobile dont le moteur thermique actionne un alternateur à pôles variables permettant d'obtenir des courants de périodicité variable pour une même vitesse de moteur.

Ces courants alimentent un moteur triphasé placé dans le prolongement de l'arbre du moteur et attaquant le différentiel.

Selon les variations de vitesse de la voiture, on envoie dans ce moteur des courants de périodes variables et lorsque la vitesse de ce moteur électrique est la même que celle du moteur thermique, un embrayage magnétique relie les deux organes, de manière que la commande de la voiture se fasse alors directement au moyen du moteur thermique.

Cette solution est élégante, mais cette voiture ne possède certes pas la souplesse de la voiture à transmission électrique à courant continu.

En un mot, ces différentes solutions permettent d'utiliser le moteur à essence plus avantageusement qu'avec la transmission mécanique.

VI. — VOITURE A TRANSMISSION HYDRAULIQUE.

Dans ce système, le moteur actionne une pompe primaire faisant mouvoir un liquide, lequel à son tour actionne deux pompes dont chacune attaque une roue, de telle sorte que le différentiel peut être supprimé.

Des essais se poursuivent dans cet ordre d'idées, mais, par suite de l'incompressibilité des liquides, cette voiture ne pourrait être d'une forte grande souplesse.

VII. — VOITURE ÉLECTRIQUE AVEC PRISE DE COURANT PAR FIL AÉRIEN.

En vue d'obtenir une solution économique pour le transport sur routes, on a également mis en application dans quelques villes des voitures automobiles électriques ne possédant que des électro-moteurs et empruntant l'énergie électrique à des fils aériens placés le long de la route.

Cette solution a donné des résultats assez avantageux.

CONCLUSIONS.

Tels sont les différents types d'automobiles utilisés actuellement. C'est en vue de réduire les frais dus à l'entretien et à l'amortissement des voitures ordinaires que l'on a construit les auto-mixtes et l'automobile électrique à prise de courant par fil aérien. Certes, l'on aboutira à diminuer les dépenses si élevées actuellement.

Mais pour cela il faut, dans chaque cas particulier qui se présente, apprécier la voiture la plus adéquate à l'usage demandé.

Ainsi, dans les pays montagneux, où il est nécessaire de produire à certains moments des coups de collier d'une certaine durée, l'auto-mixte de M. Pieper convient tout particulièrement. Ces coups de collier ne pourraient être obtenus avec la voiture à transmission électrique parce que la puissance des électro-moteurs est limitée à celle du moteur thermique.

Il serait donc nécessaire, pour utiliser la voiture à transmission électrique dans un pays accidenté, d'avoir un moteur thermique puissant (fonctionnant peu économiquement en marche normale) et augmentant le poids de la voiture. Mais dans un pays peu accidenté (comme à Londres), où les coups de collier ne sont pas de longue durée, la transmission électrique est une des meilleures solutions.

Au point de vue de la contenance, il faut également, dans chaque cas qui se présente, apprécier le type de voiture qui convient le mieux.

Ainsi, si dans les grandes villes, on peut utiliser des voitures à grande contenance, il n'en est pas de même dans la plupart des autres cas, car plus une voiture est lourde, plus elle coûte d'entretien.

M. Mauclère, ingénieur de la Compagnie des Omnibus de Paris, recommande :

« 1^o des omnibus de dix à douze places sans impériale, mais avec galerie à bagages pour les correspondances de gares et les lignes d'excursions ;

2^o des omnibus de quatorze à vingt places, sans impériale, mais avec galerie à bagages pour les communications inter-urbaines et pour l'exploitation urbaine dans les villes de deuxième importance ;

3^o des omnibus de trente à trente-six places, avec ou sans impériale dans les grandes villes.

Au delà de cette contenance, les voitures seraient trop lourdes et la vitesse commerciale trop réduite.

Les omnibus légers des deux premières catégories ne présentent pas d'inconvénients, s'ils sont bien construits et soigneusement entretenus. Ils pourront, en rase campagne, atteindre une vitesse de 25 à 30 kilomètres à l'heure.

Le poids pourra varier de 2,500 à 3,000 kilogrammes à vide; on peut admettre un poids utile de 100 kilogrammes par voyageur avec bagages et de 70 kilogrammes par voyageur sans bagages, ce qui représente pour la voiture au complet un poids variant de 3,700 à 4,000 kilogrammes. Avec un moteur de 18 à 20 chevaux, ces voitures feront un bon service et les frais d'exploitation seront modérés.

Les omnibus, comportant de trente à trente-six places et destinés aux transports en commun dans les grandes villes, seront notamment plus lourds et exigeront des moteurs de 30 à 40 chevaux, suivant le profil de la route. Leur vitesse ne dépassera guère 20 kilomètres à l'heure. Le poids de la voiture à vide pourra varier de 4,000 à 4,500 kilogrammes, et avec charge complète, entre 6,500 et 7,000 kilogrammes. »

Il faut également, dans les applications que l'on peut

faire de l'automobile, choisir celles qui sont rémunératrices.

Ainsi, comme je le disais plus haut, il n'est pas rationnel de créer des lignes d'autobus dans l'intention de faire la concurrence à des lignes de tramways, car la dépense qu'occasionnent les autobus est de beaucoup plus élevée que celle des tramways et, en outre, la capacité des autobus est de beaucoup inférieure à celle des tramways.

Mais, dans beaucoup de villes de moindre importance, et où la circulation est assez intense, la présence des autobus peut être justifiée. Dans ce dernier cas, il faut encore que la ville soit assez étendue, car si les distances à parcourir ne sont pas suffisantes les autobus seront peu utilisés.

Dans les lignes peu favorisées par les chemins de fer, on pourra établir des communications interurbaines au moyen d'automobiles.

Les diligences chargées d'amener aux gares les voyageurs des communes voisines pourront être remplacées par la traction mécanique.

L'application des automobiles électriques à prise de courant par fil aérien ne pourra certes se généraliser, mais peut cependant recevoir des applications dans bien des cas.

Ainsi, dans les villes d'importance moyenne, on pourra établir un service public sans des frais considérables.

Dans les pays montagneux, où le profil des routes se prête mal à l'installation de voies coûteuses, ce système pourra convenir.

Ce mode de traction peut également permettre d'étendre le rayon d'action des tramways urbains, ce qui aurait pour conséquence d'accroître le trafic de ces derniers.

En ce qui concerne la traction mécanique des camions,

il faudra aussi, dans chaque cas particulier, faire un choix rationnel de l'automobile.

En résumé, on voit que dans bien des cas les automobiles industrielles peuvent être utilisées avec profit.

Leur usage comme fiacres, voitures de livraison, comme autobus, pour pompiers, pour divers usages militaires et pour les industriels permet de prévoir un développement considérable de l'industrie automobile.

Mais, pour que cet essor puisse se produire rapidement, il faudra diminuer les frais d'entretien et d'amortissement, apprécier les voitures aux services qu'elles doivent remplir et étudier d'une façon plus approfondie quelles sont les applications susceptibles d'être rémunératrices.



