

Auteur ou collectivité : Lockert, Louis

Auteur : Lockert, Louis (18..-19..?)

Auteur secondaire : Dion, Albert de (1856-1946 ; marquis)

Titre : Traité des véhicules automobiles sur routes. [Quatrième étude]. Les voitures électriques avec supplément aux voitures à pétrole et note sur les moteurs à acétylène et à alcool

Adresse : Paris : au Touring-Club de France : chez l'auteur Louis Lockert, 1897

Collation : 1 vol. (330 p.) : ill. ; 19 cm

Collection : Bibliothèque scientifique du Touring-Club de France ; [n.2]

Cote : CNAM-BIB 12 De 87

Sujet(s) : Automobiles ; Véhicules électriques

Langue : Français

Date de mise en ligne : 06/04/2018

Date de génération du document : 6/4/2018

Permalien : <http://cnum.cnam.fr/redir?12DE87>









12<sup>e</sup> De. 87

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE  
DU TOURING-CLUB DE FRANCE

TRAITÉ DES  
VÉHICULES AUTOMOBILES SUR ROUTES  
par  
LOUIS LOCKERT

Ingénieur, diplômé de l'École centrale des Arts et Manufactures



LES

VOITURES ÉLECTRIQUES

avec Supplément

AUX VOITURES A PÉTROLE

et Note sur les

MOTEURS A ACÉTYLÈNE ET A ALCOOL

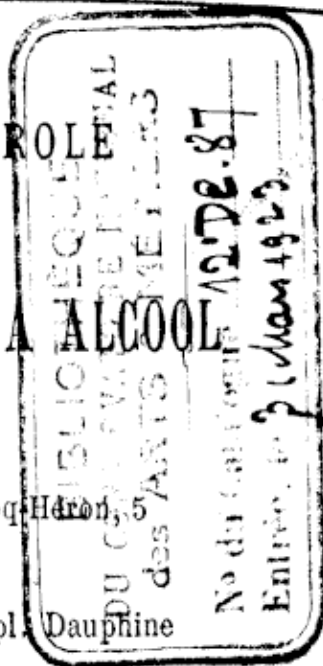
Au TOURING-CLUB DE FRANCE, rue Coq-Héron, 5

PARIS

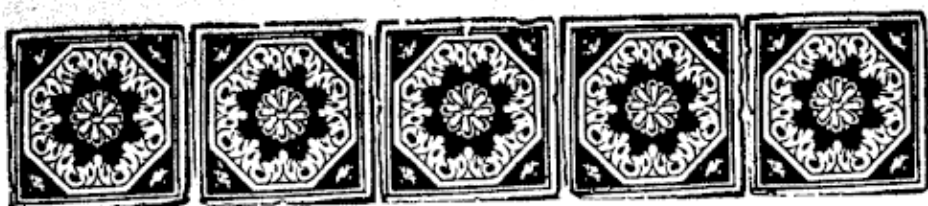
et chez l'Auteur LOUIS LOCKERT, 26, pl. Dauphine

1897

Tous droits réservés







*A mes Amis et Camarades de l'AUTOMOBILE-CLUB et du TOURING-CLUB DE FRANCE, je dédie ces Ouvrages, avec l'espoir qu'ils y pourront trouver quelques renseignements intéressants, et qu'ils voudront bien être indulgents pour les erreurs qu'ils y rencontreront certainement, considérant que, seule, l'intention de leur être utile m'a poussé à les écrire.*

*Louis Lockert.*

Paris, 15 Juillet 1897.



*Paris, 15 Juillet 1897.*

C'est en décembre 1895, au troisième Salon du Cycle, où les Automobiles tenaient déjà une place honorable, que fut mise en vente la première Étude de M. Louis Lockert, traitant des *Véhicules automobiles sur Routes*. Et, bien qu'il n'y ait, de cela, guère plus d'un an, le temps écoulé me paraît beaucoup plus long, à l'évaluer par les progrès accomplis.

Hier encore, la Voiture sans chevaux semblait un monstre, et d'aucuns fuyaient à son approche : aujourd'hui l'on y prend place volontiers.

La Véhiculation automobile (que l'on me pardonne ce néologisme) est sortie de ses langages : elle vit, elle remue, elle crie, bien française par ses origines comme par ceux qui lui ont donné cette extraordinaire vitalité. Elle

rayonne au loin, plaçant une fois de plus notre pays en tête de colonne, et faisant venir à nous, des quatre points cardinaux, toutes les intelligences.

En coordonnant, lui premier, les travaux de nos devanciers et les nôtres, notre camarade Lockert a fait une œuvre utile et dont la nécessité s'imposait. J'ajouterai que c'est une œuvre réussie, parce que l'auteur a su, tout en restant à la hauteur de sa tâche comme Ingénieur, être clair et compréhensible pour tout le monde : il a écrit des livres de mécanique qui se lisent comme des romans.

Ce *quatrième Volume* mérite, plus encore que ses devanciers, toute notre attention car, si les trois premiers traitent des progrès accomplis, et des faits acquis, il est, lui, le *Livre de l'Avenir*.

Il enregistre les premiers efforts de l'*Électricité* qui, encore mal connue et à peine domestiquée industriellement, n'est guère rien de plus, en tant qu'Automobilisme, qu'un enfant qui fait ses premiers pas, sans pouvoir s'éloigner beaucoup du biberon nourricier.

Il indique le rôle réservé à l'*Acétylène*, cet autre nouveau-né, enfant terrible, mais qui promet. Il signale l'emploi probable des *Alcools d'industrie* à l'alimentation des Moteurs tonnants, application particulièrement salutaire pour notre agriculture si éprouvée !

C'est avec un réel plaisir, que je présente aux Chauffeurs le Camarade Lockert et son Livre ; les gens comme lui et nous sont faits pour s'entendre : tous Serviteurs de l'Idée, qu'elle soit traduite en dessins suggestifs et en lumineux écrits, ou bien pétrie dans le bronze et l'acier !

Comte DE DION,

**V. Président de l'Automobile-Club de France.**





**TRAITÉ**  
DES  
VÉHICULES AUTOMOBILES SUR ROUTES  
—  
Quatrième Étude  
LES  
VOITURES ÉLECTRIQUES  
—

*CHAPITRE PREMIER*

*Électricité: Origines et Historique.*

L'Ambre Jaune ou Succin, en grec Ηλεκτρον, frotté avec de la laine ou simplement avec la main, attire les corps légers : barbes de plume, poils, menues pailles, etc...

Ce phénomène, connu des anciens, a été consigné dans les écrits de THALÈS de Milet (640 ans avant notre ère).

Électricité fut, par suite, le terme employé pour désigner la propriété, qui se manifeste à la surface de certaines substances frottées, chauffées ou comprimées, d'attirer des corps légers.

Le Docteur Gilbert de Colchester (1600), médecin de la reine Élisabeth, peut être considéré comme le fondateur de la *Science électrique* : les connaissances antérieures ne s'étaient guère développées, depuis THALÈS de Milet, et l'on en était toujours à l'ombre jaune. GILBERT démontra qu'un grand nombre d'autres substances pouvaient s'électriser par le frottement.

Otto de Guéricke (1660), le bourgmestre célèbre de Magdebourg, remarque que le bâton de résine ou de verre frotté, qui attire d'abord un corps léger, le repousse immédiatement après. A l'aide du *Pendule électrique*, établi au moyen d'une balle de liège suspendue à un fil ténu, il rend rapide et facile la constatation des phénomènes réciproques d'attraction et de répulsion : une balle de liège attirée par le bâton de résine, puis repoussée par le même, est alors attirée par une tige de verre ; enfin, deux balles de liège qui ont touché, soit la résine, soit le verre, se repoussent, tandis que

si l'une a touché le verre et l'autre la résine, elles s'attirent.

**Dufay** (1733), distingue les manifestations électriques, en deux catégories : l'*Électricité résineuse*, provenant de la résine, et l'*Électricité vitrée*, dégagée à la surface du verre, croyant que le verre et les résines produisaient respectivement ces deux électricités. Le premier, il établit une corrélation, entre les éclairs, qui lui-  
sent pendant les orages, et l'étincelle électrique des machines à frottement.

L'abbé **NOLLET** (1748) s'engage plus avant dans cet ordre d'idées, et définitivement :

**Benjamin Franklin** (1752), établit que l'atmosphère est un immense réservoir de fluide électrique, et, par la mémorable expérience du Cerf-volant, il soutire l'Électricité des nuages orageux. Il imagine alors cette théorie, que tous les corps contiennent normalement le fluide électrique en quantités diverses, mais déterminées pour chacun : si un corps est amené, par des influences extérieures, à en contenir *plus* ou *moins* que sa quantité normale, il considère que ce corps est *Électrisé positivement ou négativement*, et il donne au

fluide dégagé du Verre par le frottement le nom d'*Électricité positive*, et à celui dégagé de la Résine, celui d'*Électricité négative*.

Il nomme les corps sur lesquels l'électricité semble se mouvoir avec facilité *bons Conducteurs*, et ceux qui lui opposent une grande résistance, *mauvais Conducteurs*. Ces appellations, qui ont été conservées, n'ont rien d'absolu.

**Coulomb** (1780), détermine, par la *Balance de torsion*, la loi d'après laquelle varient les répulsions et les attractions entre deux petites sphères, suivant leurs charges électriques et leurs distances.

**Henry Cavendish**, contemporain de COULOMB, poursuit parallèlement, en Angleterre (1781), l'exécution de remarquables expériences sur les lois des actions électriques.

**Les Théories de Benjamin Franklin**, qui eurent pour conséquence l'invention des Paratonnerres, enthousiasmèrent le monde savant, par toute l'Europe.

D'ALIBARD, dès le 10 mai 1752 à Marly-la-Ville, soutirait l'électricité des nuages orageux au moyen d'une tige de fer de 40 pieds de hauteur (12 mètres).

DE LOR, professeur de Physique expérimentale, à Paris, exécutait la même expérience huit jours plus tard, dans sa maison de la rue de l'Estrapade, avec une barre verticale de 99 pieds (30 mètres), isolée sur un gâteau de résine.

RICHEMANN, professeur de Physique, à Saint-Petersbourg, se faisait tuer par une décharge violente, imprudemment tirée de son paratonnerre d'expérience.

LEMONNIER, médecin à Saint-Germain-en-Laye et le Père oratorien BERTIER, à Montmorency, étaient également frappés, mais moins gravement (1755) (1).

L'Abbé Poncelet, parmi les zélés imitateurs du savant américain, se distingua par une méthode ingénieuse dans la série des expériences au moyen desquelles il représentait en petit les phénomènes naturels. Il lui arriva, à lui aussi, d'être renversé par une décharge trop forte, ce dont il resta incommodé pendant près de deux mois.

(1) *Expériences et Observations sur l'Électricité faites à Philadelphie*, par BENJAMIN FRANKLIN, traduites en Français par D'ALIBARD, chez DURAND, au Griffon, rue du Four, à Paris (1756).

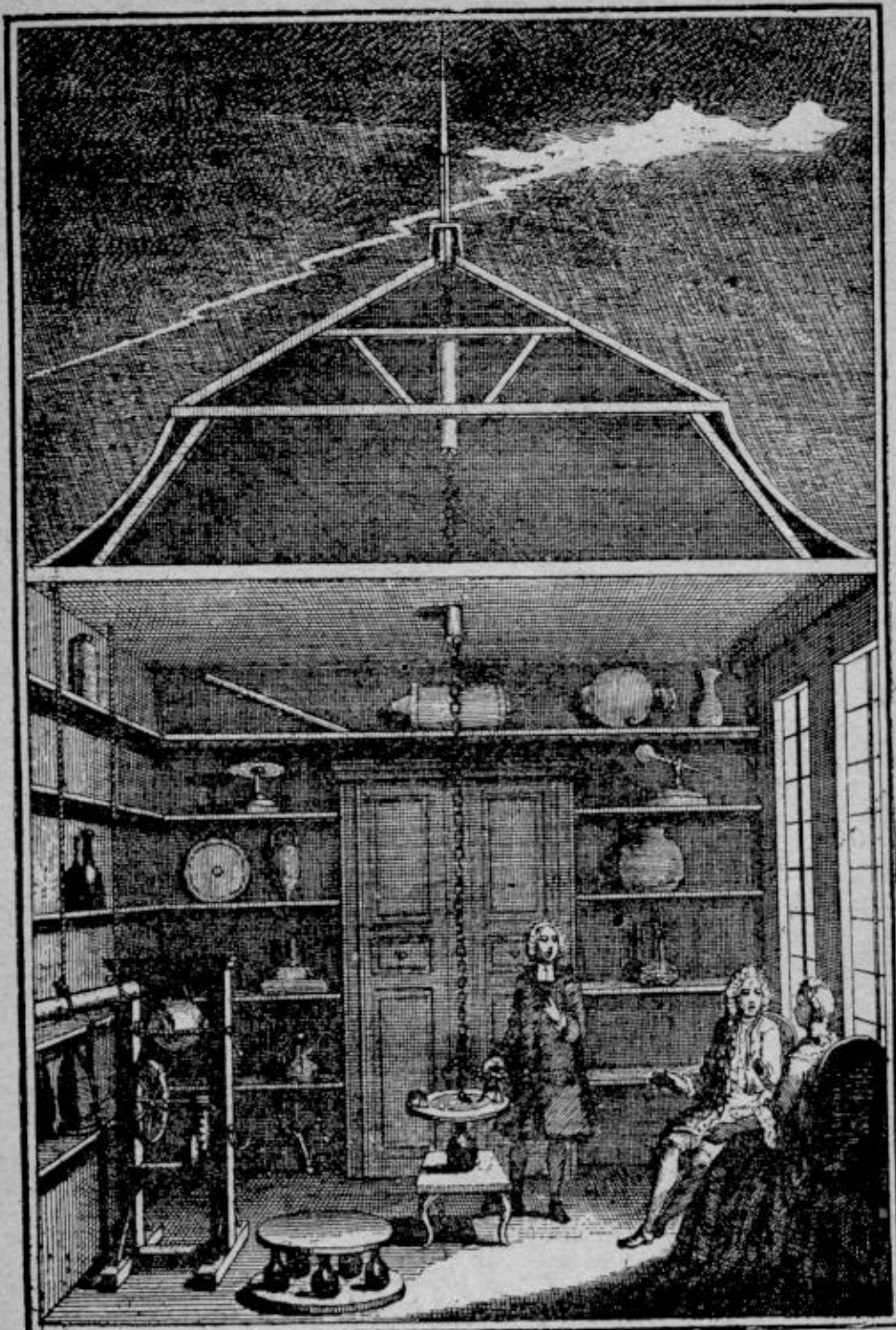
La Figure première montre le *Cabinet de Physique* de l'ABBÉ PONCELET, d'après un dessin de sa main, gravé par C. BAQUOY : il y est représenté en train d'exécuter diverses expériences devant de nobles visiteurs (1).

Volta, Ampère et Faraday ouvrent et poursuivent une ère nouvelle, qui prend son origine en même temps que le siècle, avec la *Pile* (1794), l'*Électro-Aimant* (1820), et la *Machine d'Induction* (1832). Le domaine de la Science électrique prend tout-à-coup un développement extraordinaire : il s'étendra bientôt à toutes les branches de l'activité humaine.

Le *Siècle de l'Électricité*, c'est bien la dénomination qui convient au XIX<sup>e</sup> siècle qui a vu ces progrès s'accomplir sous l'effort d'une pléiade de savants éminents, dont l'action a été décisive dans cet immense travail de corrélation des phénomènes physiques :

LAPLACE, POISSON, BIOT, ØRSTED, OHM, POUILLET, GAUSS, WEBER, HELMHOLTZ, KIRCHOFF,

(1) *La Nature dans la formation du Tonnerre*, par l'ABBÉ PONCELET, chez LEMERCIER, rue Saint-Jacques, au Livre d'Or, à Paris (1766).



*Author inv.*

*C. Baquoy Sculp.*

**Figure première.**

L'Abbé PONCELET dans son Cabinet de Physique, 1766.

W. THOMSON (lord KELVIN), MAXWELL, et tant d'autres moins illustres qui ont, néanmoins, apporté leur pierre au grandiose édifice qui fera tant d'honneur à l'Esprit scientifique de notre époque.

**L'Utilisation des phénomènes électriques**, dans la Vie industrielle, commerciale et domestique, est, actuellement, arrivée à un degré de développement, dont témoignent les télégraphes, le téléphone, l'éclairage électrique, le transport de la force et, la dernière venue, la *Locomotion électrique*.

**La Voiture électrique** est, parmi tant de manifestations extraordinaires, celle dont nous voulons spécialement entretenir nos lecteurs.

Mais, nous ne le pouvons faire sans une sorte d'initiation préliminaire : ceux, en effet, qui sont restés étrangers durant quelques années aux progrès de l'*Électricité pratique*, seraient aujourd'hui complètement déroutés en cherchant à rattacher la description des applications actuelles à leurs connaissances antérieures.

C'est ainsi qu'ils trouveront à chaque page de cet ouvrage, de même que dans tous ceux



qui traitent des applications industrielles de l'électricité, des expressions telles que : *potentiel*, *pression en volts*, *perte de voltage*, *débîts en ampères-heure*, *résistance en ohms ou mégohms*, *capacité en microfarads*, *puissance en kilowatts*, etc., dans lesquelles, non seulement, bien des mots sont pour eux incompréhensibles, mais où l'assemblage même de noms connus témoigne d'idées vraiment nouvelles.

Des Traités nombreux et fort estimables expliquent en détail et avec rigueur toutes ces expressions primitivement établies par les géomètres ou les physiciens, mais plus ou moins modifiées par la pratique. Il me suffirait donc de renvoyer mes Lecteurs à ces Ouvrages; mais j'ai pensé mieux faire, pour leur éviter des recherches pénibles, en consacrant les chapitres II, III et IV à l'exposé rapide des déductions conventionnelles qui ont abouti à la création du système théorique aujourd'hui en usage. J'ai puisé largement, pour ce faire, dans un travail particulièrement clair et original publié, en 1893, par M. A. CORNU, l'éminent ingénieur en chef des Mines, professeur à l'École Polytechnique et membre de l'Institut.

Je supposerai, avec M. CORNU (1), que le Lecteur a déjà une connaissance ordinaire des phénomènes électriques, tels qu'ils étaient exposés dans les anciens *Traité de Physique* et que les expériences classiques des Cours élémentaires sont encore présentes à son esprit : le but que je me propose d'atteindre étant de rattacher ces souvenirs parfois superficiels ou incohérents aux idées, très précises aujourd'hui, qui constituent un corps de Doctrine homogène intimement uni aux principes généraux de la Mécanique.

(1) *Annuaire du Bureau des Longitudes, Notice sur la corrélation des phénomènes d'Électricité statique et dynamique et la définition des unités électriques* par M. CORNU. — Paris, 1893, GAUTHIER-VILLARS ET FILS, imprimeurs-libraires du Bureau des Longitudes, quai des Grands-Augustins, 55, Paris. [Épuisé].



## CHAPITRE II

### *Quantité — Potentiel — Capacité.*

Il convient de rappeler d'abord que les phénomènes électriques se présentent sous deux formes d'apparences distinctes, quoique de même nature :

1° les phénomènes d'*Électricité statique*, déjà connus au siècle dernier, qu'on produit par le frottement, et qu'on mesure à l'Électromètre ;  
2° ceux d'*Électricité dynamique*, nés de la découverte de GALVANI, dont le siège est dans les fils traversés par le Courant des Piles ou des Machines d'induction, et que l'on étudie à l'aide du Galvanomètre.

C'est de l'étude comparative des propriétés statiques et dynamiques d'un même phénomène que se dégagent les notions essentielles dont la connaissance a si profondément modifié les idées primitives.

**Distinction entre la Tension et la Quantité, d'après le caractère de l'Étincelle.**

L'Électricité développée par le frottement sur tous les corps et transmissible par contact aux *bons conducteurs* convenablement *isolés*, peut offrir les degrés les plus divers: tantôt elle se manifeste par de faibles attractions ou des lueurs à peine visibles, tantôt par des attractions énergiques et surtout par des étincelles éclatantes.

Les physiciens du siècle dernier, qui se sont ingéniés à obtenir les étincelles les plus longues et les plus brillantes, s'étaient parfaitement rendu compte de ce double fait, que la longueur de l'étincelle dépendait surtout du bon état de la surface frottée, et son éclat de l'étendue des conducteurs.

On peut, en effet, d'une part, produire des étincelles longues, pâles et grêles, en frottant un bâton de résine avec une fourrure, ou une simple bande de papier bien sec sur un morceau de drap chauffé. Ces étincelles, qui jaillissent à plusieurs centimètres de distance quand on approche le doigt, révèlent une force expansive de l'électricité produite, une *Tension électrique*,

très énergique dans le cas présent, et qui, en général, caractérise la source productrice d'électricité. D'autre part, si l'on fait jaillir en grand nombre ces étincelles grêles sur un conducteur à large surface, on observe que le conducteur se *charge* de plus en plus, car il devient capable, à son tour, de restituer des étincelles de plus en plus vives. Mais, ces étincelles ont changé de caractère : de longues, pâles et grêles qu'elles étaient en jaillissant de la source, elles deviennent courtes, brillantes et nourries ; elles éclatent avec bruit et font aux mains qui les excitent des piqûres douloureuses. L'électricité mise en jeu dans ces étincelles a donc perdu en *Tension*, mais gagné en *Quantité*, car la décharge du conducteur doit représenter la somme des Quantités d'électricité apportées par chaque étincelle.

**Quantité ou masse d'Électricité statique ; sa mesure.** — C'est à COULOMB qu'on doit d'avoir donné la définition et la mesure de l'électricité statique en *Quantité*, en appliquant aux charges électriques la loi de l'attraction universelle de NEWTON.

*La Force agissant entre deux masses in-*

*finiment petites est dirigée suivant la ligne qui les joint : elle est proportionnelle au produit de ces masses et en raison inverse du carré de leur distance, ce qui s'écrit*

$$(1) \quad F = h \frac{mm'}{d^2}$$

F étant la force,  $m$  et  $m'$  les masses,  $d$  la distance et  $h$  le coefficient de proportionnalité.

**La Mesure numérique** de la charge électrique d'un conducteur donné, peut se déduire de cette loi, en se représentant l'Électricité comme une couche mince, extrêmement mobile, répartie à la surface d'un corps, suivant une épaisseur qui dépend, en chaque point, de la forme géométrique de cette surface.

Sur une sphère, la couche électrique est uniforme, et si l'on applique à sa surface un disque de rayon très petit, puis qu'on l'enlève avec un manche isolant, on emporte une fraction connue de la quantité totale d'électricité répartie sur la sphère entière. On peut alors mesurer la Quantité ou masse électrique emportée par ce disque ou *Plan d'épreuve*.

*Le Plan d'épreuve* est porté dans la *Balance de torsion* où il est mis en contact avec un

disque identique, non électrisé, suspendu au levier mobile : la charge va se partager entre eux en deux parties égales, et les deux disques, chargés d'électricité de même nom, se repoussent suivant une force que la torsion du fil équilibre. On réalise donc, avec ces deux petits conducteurs, les conditions énoncées dans la *Loi de Coulomb*, à savoir : deux masses électriques égales,  $m = m' = x$ , situées à une distance  $d$ , qui se repoussent avec une force  $F$ , que la connaissance du coefficient de torsion du fil permet d'exprimer. Substituant les valeurs numériques de  $F$  et de  $d$  dans l'expression mathématique de la *loi de COULOMB*, on tirerait immédiatement l'inconnue  $x$ ,

$$(2) \quad x^2 = \frac{Fd^2}{h} \quad \text{ou} \quad x = d \sqrt{\frac{F}{h}},$$

si le coefficient  $h$  était déterminé. Mais, le mécanisme intime des forces électriques étant inconnu, on n'a aucune idée de la valeur numérique de ce coefficient, et on lui donne la valeur arbitraire qui simplifie le plus l'expression de l'inconnue,

c'est-à-dire,  $h = 1$ , d'où  $x = d \sqrt{F}$ .

Le second membre étant entièrement connu,

on obtient la mesure  $x$ , de la Masse électrique commune aux deux plans d'épreuve, en la doublant (puisqu'elle provient du partage égal de la masse apportée par l'un d'eux); puis, la multipliant par le rapport des surfaces, on arrive finalement à la mesure de la Quantité totale d'électricité répartie sur la sphère donnée.

**Unité de masse électrostatique.** — Il résulte de l'hypothèse arbitraire  $h = 1$  la définition suivante : *l'unité de Masse électrostatique est la quantité d'électricité qui, en agissant sur une quantité dentique placée à l'unité de Distance, exerce une répulsion égale à l'unité de Force.*

En effet, si l'on fait

$h = 1$ ,  $F = 1$  et  $d = 1$ , dans la formule (1)

On aura comme résultat  $m = m' = 1$ .

Ainsi, quoiqu'on ignore la nature intime de l'électricité et qu'on ne puisse pas se représenter par l'imagination une masse électrique, on n'en arrive pas moins à définir numériquement la *Quantité d'électricité* répartie sur un conducteur donné, en fonction d'une unité parfaitement déterminée.



**Tension: transmission d'une Charge électrique par Communication lointaine.**

Il faut maintenant préciser la notion désignée provisoirement sous le nom de *Tension électrique*, laquelle nous représente cette tendance de l'électricité à l'expansion ou à la transmission de la charge aux conducteurs environnants.

Le problème général de la transmission, par contact direct, de l'électricité entre deux conducteurs de forme quelconque serait très complexe parce qu'il dépendrait évidemment de leurs dimensions relatives, de leurs formes, ainsi que du point de contact.

Mais, M. CORNU a simplifié beaucoup la question en rapportant tout à des conducteurs sphériques, et en effectuant la transmission, non par contact direct, mais par l'intermédiaire d'un long fil métallique : cette transmission *par Communication lointaine* offre la transition toute naturelle entre les phénomènes statiques et dynamiques, puisque le passage de l'électricité d'un conducteur à l'autre à travers le fil établit le *Courant électrique* qui constitue le *Phénomène électrodynamique* fondamental.

Si l'on met une sphère électrisée en communication par un long fil avec une sphère à l'état neutre, l'électricité de la première se rendra partiellement à la seconde, et, lorsque le phénomène de Transmission, dont la durée est d'ailleurs extrêmement courte, sera terminé, le système des deux sphères et du fil sera en *Équilibre électrostatique*, puisque tout mouvement électrique aura cessé.

Les deux sphères sont maintenant toutes deux électrisées; on serait tenté de dire *également électrisées*, puisque l'une ne cède plus rien à l'autre: cela serait vrai et même nécessaire si les sphères étaient de même rayon; mais si leurs rayons sont inégaux, le partage s'effectue dans le rapport des aires sans que la courbure inégale des surfaces intervienne pour modifier ce rapport.

L'expérience le prouve aisément en déterminant avec le Plan d'épreuve la Quantité totale d'électricité répartie sur chaque sphère après le partage. Le résultat est très simple, et M. CORNU l'énonce sous forme de théorème, car le calcul le démontre comme conséquence de la *Loi de COULOMB*.

*Lorsque deux Conducteurs sphériques en Communication lointaine sont en Équilibre électro-statique, les Quantités d'électricité réparties sur chacun d'eux sont respectivement proportionnelles à leurs rayons (1).*

Il résulte de cette condition que, si l'on charge séparément deux conducteurs sphériques de quantités d'électricité respectivement proportionnelles à leurs rayons, et qu'on établisse entre elles une communication avec un long fil, aucune transmission d'électricité n'aura lieu entre les deux sphères, quelque grandes et, par conséquent, quelque inégales que soient les deux charges : la tendance à l'expansion électrique, que nous avons jusqu'ici appelée *Tension*, sera donc la même sur chaque sphère.

**Définition du Potentiel d'un conducteur sphérique, unité de Potentiel électrostatique.**

La Tension électrique d'un conducteur sphérique sera donc le quotient de sa charge par son rayon, d'où l'équation  $V = \frac{M}{R}$ , (3) valeur que l'on désigne aujourd'hui par le terme

(1) On néglige l'action de la petite quantité d'électricité répartie sur le fil de communication.

2.

de *Potentiel* qui a passé dans le langage courant des électriciens de préférence au mot *Tension*, dont la signification a été plusieurs fois modifiée; il en résulte que :

1° le *Potentiel électrique d'un conducteur sphérique électrisé* est le quotient de sa charge par son rayon;

2° l'unité de *Potentiel* est le *Potentiel d'une sphère de rayon un chargé de l'unité d'Électricité*;

3° deux conducteurs sphériques en communication lointaine sont en Équilibre électrostatique quand leurs *Potentiels électriques* ont la même valeur et réciproquement.

**Extension de la définition du Potentiel aux corps de forme quelconque : rayon de la Sphère équivalente.** — Les deux notions caractéristiques de l'électricité statique, *Quantité* et *Potentiel*, étant ainsi précisées pour des conducteurs sphériques, il est facile de les étendre à des corps de forme arbitraire.

Prenons, par exemple, un ellipsoïde très allongé : l'électricité s'y accumule aux sommets aigus, et, cependant, si on le joint par un long fil avec une sphère à l'état neutre, on

reconnait que la sphère, dans le partage de l'électricité, reçoit une charge indépendante du point sur lequel le contact a été effectué, absolument comme si cet ellipsoïde était sphérique.

La Communication lointaine éliminant l'influence de la forme du corps électrisé, on peut unir au fil conducteur (au lieu d'une Sphère d'épreuve) un *Électroscope à feuilles d'or* dont la divergence des feuilles rend visibles de très petites variations d'état électrique.

La divergence des feuilles restera constante, quel que soit le point touché, aussi bien aux sommets aigus de l'ellipsoïde, où la tension est forte, qu'aux régions de faible courbure où elle est moindre ; il en résulte que :

*Dans le partage d'une Charge électrique, par communication lointaine, entre plusieurs conducteurs de forme quelconque, chacun d'eux peut être remplacé par une Sphère équivalente.*

**Capacité électrostatique, sa mesure : unité de Capacité.** — Cette notion de Sphère équivalente est extrêmement précieuse, parce qu'elle fournit une échelle de comparaison pour la me-

sure de la faculté que possèdent des corps conducteurs de formes et de dimensions quelconques pour recueillir l'électricité d'une Source.

Il suffit de la mettre successivement en communication (toujours lointaine) avec les conducteurs à comparer : chacun d'eux se mettra en équilibre électrostatique avec elle et se chargera d'une quantité d'électricité  $m$ , de sorte que leur potentiel  $V$ , sera le même que celui de la source et,  $V = \frac{m}{\rho}$ , d'où  $m = V\rho$ ,

$\rho$  étant le rayon de la sphère équivalente, d'après l'équation (3), page 29.

D'où il résulte que la Charge ou Quantité d'électricité recueillie sur chacun d'eux, dans des conditions identiques, est proportionnelle au rayon de la Sphère équivalente. Ce rayon mesure donc bien l'aptitude à recueillir l'électricité ou la *Capacité électrostatique*, de sorte que l'on peut, d'une façon générale, écrire : la relation  $M = V C$  (4) entre les trois éléments *Quantité*, *Potentiel* et *Capacité*, qui caractérisent un corps quelconque chargé d'électricité.

**Emploi des signes algébriques pour la distinction des deux Électricités.** — Nous n'avons pas spécifié jusqu'ici, dans l'emploi d'une source électrique, la nature de l'électricité fournie, *vitree* ou *résineuse* : c'est qu'en effet toutes les propriétés et toutes les mesures qui s'y rapportent sont indépendantes de la nature de la charge. Il y aurait donc lieu de distinguer, comme pour les Quantités d'électricité, deux espèces de Potentiel, l'un correspondant à l'*Électricité vitree* ou *positive*, l'autre à l'*Électricité résineuse* ou *negative*.

Mais la théorie et l'expérience montrent que ces distinctions sont inutiles, à la condition de considérer les Quantités et les Potentiels comme des grandeurs susceptibles de varier de l'infini positif à l'infini négatif ; il suffit alors de donner des signes algébriques contraires aux deux natures d'Électricité : et comme le choix est arbitraire, on se conforme à l'usage qui a appelé *positive* l'électricité développée sur le verre et *negative* l'électricité développée sur la résine. Ainsi l'on dira qu'un conducteur est amené à un Potentiel positif s'il est chargé d'Électricité résineuse. L'idée de donner des

signes contraires est venue de ce fait que les deux natures d'électricité, prises en quantités égales, se *neutralisent*. Effectivement, si l'on prend deux conducteurs identiques chargés de quantités d'électricité respectivement égales et de signes contraires, et qu'on les mette en communication lointaine, on reconnaîtra que les deux conducteurs perdent toute leur électricisation (*Potentiel nul*).

L'Électricité dynamique s'arrange également bien des notions de Quantité, de Potentiel et de Capacité que nous venons d'acquérir par l'analyse des phénomènes de l'*Électrostatique*.

Le lien entre ces deux ordres de manifestations est immédiat : on l'aperçoit en étudiant la transmission, à travers un fil métallique.

Lorsqu'on opère avec des conducteurs chargés d'Électricité statique, les phénomènes de transmission, extrêmement rapides, prennent le nom de *Décharge*; si l'on opère avec des sources l'Électricité (comme les Piles) où les masses électriques se renouvellent au fur et à mesure de la dépense, la transmission continue se nomme alors *Courant*.



Au fond, les deux phénomènes sont identiques, prenant tous deux naissance dans les mêmes conditions et jouissant des mêmes propriétés : ils ne diffèrent que par la durée (l'un est bref, l'autre est continu) et par les noms que l'usage leur a imposés.

**Existence d'une différence de Potentiel électrostatique aux deux pôles d'une Pile : Force électromotrice.** — C'est VOLTA qui, le premier, en 1794, démontra que l'arc bimétallique de GALVANI, origine de la Pile, pouvait devenir une source d'électricité statique ; il parvint même, suivant l'expérience bien connue, à charger le condensateur de son électromètre, avec un nombre suffisant de disques zinc-cuivre-drap-mouillé, empilés dans le même ordre.

Telle fut la première manifestation de ce qu'on a nommé l'*Électricité dynamique*, force permanente capable de séparer les deux électricités et de les maintenir séparées sur deux conducteurs en contact : VOLTA l'appela *Force électromotrice*.

On a beaucoup discuté sur la nature et le siège de cette force, ainsi que sur les effets

qu'on en devait attendre ; la conclusion de tous ces travaux est aujourd'hui parfaitement nette. La Force électromotrice de VOLTA correspond à la production d'une *différence de Potentiel électrostatique* ce qui permet de dire :

*Les Pôles d'une Pile sont des sources d'électricité statique à des Potentiels déterminés dans des conditions données : les Potentiels sont variables avec les conditions choisies ; mais, dans tous les cas, la différence de Potentiel des deux Pôles demeure constante et mesure la Force électromotrice de la pile.*

Ainsi le Courant d'Électricité dynamique qui s'établit dans le fil conjonctif de la pile a pour cause, comme les Décharges électrostatiques, une différence de Potentiel.

Cette conclusion, d'une extrême importance, domine toute la Science électrique : elle constitue le *principe* de VOLTA :

#### **Principe de Volta.**

*Toutes les fois que dans un système de conducteurs, une cause particulière produit en un point la Séparation des deux Électricités positive et négative, la différence de Po-*

*tentiel caractéristique de cette cause, nommée alors Force électromotrice, est indépendante de la charge absolue du système.*

Volta, ayant constaté qu'un Couple zinc-cuivre produisait une séparation d'électricité permanente, négative sur le zinc, positive sur le cuivre, reconnut que la superposition d'un second Couple formait un système possédant une Force électromotrice double, qu'avec un troisième, l'effet était triple, et ainsi de suite; en un mot, que, malgré les charges apportées par les Couples précédents, *les Forces électromotrices s'additionnaient par la superposition des Couples dans le même ordre*; aussi parvint-il, avec des Couples offrant individuellement une différence de Potentiel presque insensible, à construire des *Piles* présentant à leurs pôles des Potentiels tout à fait comparables à ceux des Machines électrostatiques à frottement.



## CHAPITRE III

### *Les Assimilations hydrauliques.*

#### **Unités électriques.**

Nous venons de voir comment M. CORNU, à l'aide de l'ingénieux artifice de la Communication lointaine par le moyen d'un fil conducteur, a rendu visible la parité des phénomènes de l'Électricité statique et de l'Électricité dynamique. Le savant professeur a, en même temps, exposé clairement la *Loi de COULOMB* et ses conséquences, ainsi que le *Principe de VOLTA*.

L'ensemble des **Théorèmes fondamentaux** sur lesquels s'appuie la Science électrique actuelle comprend, outre ces énoncés, d'autres Lois importantes qui ont été formulées à diverses époques, par OHM (1787-1854), par POUILLET (1827), par JOULE, et par d'autres encore.

OHM, a procédé par assimilation des lois présumées des phénomènes électriques avec les lois qui régissent la conductibilité de la

chaleur, découvertes par FOURIER (*Théorie de la Chaleur*, 1811).

POUILLET, sans avoir connaissance des travaux d'OHM, obtenait les mêmes lois en 1827, par l'étude directe des courants, à l'aide des instruments de précision (boussole des sinus et des tangentes) qu'il avait imaginés.

L'Image hydraulique, dont M. CORNU fait, usage à son tour, pour montrer que ces Lois auraient pu aussi bien être déduites du mouvement permanent des liquides dans les tuyaux de conduite, dont les propriétés étaient connues depuis longtemps, nous a paru beaucoup plus simple et de nature à être plus facilement comprise de nos lecteurs, de façon à leur constituer en même temps une sorte de procédé mnémotechnique, propre à faire entrer facilement dans leur mémoire l'expression de ces Lois.

Dans ce mode de représentation :

1° l'Électricité est assimilée à un liquide ;

2° les divers Conducteurs, à des vases cylindriques de diverses sections ; un conducteur chargé d'une certaine *Quantité d'électricité* est donc un vase cylindrique rempli d'un certain *Volume de liquide* ;

3° la *Hauteur du niveau au Potentiel* ;

4° quant à la *Capacité* des conducteurs elle correspond à la *Section* du vase cylindrique pour qu'à Potentiel égal (*Niveau égal*) les Quantités d'électricité (*Volumes de liquide*) soient proportionnelles aux *Capacités*.

L'exactitude de cette assimilation, ressort de ce que, non seulement les phénomènes électrostatiques décrits jusqu'ici sont représentés par les phénomènes hydrostatiques correspondants, mais qu'inversement les relations hydrostatiques (évidentes et intuitives) fournissent les théorèmes électrostatiques déjà établis ci-dessus.

Considérons, par exemple, la relation fondamentale (4) [page 32], et écrivons-la sous cette forme :

$$V = \frac{M}{C},$$

cela veut dire

ou bien

La hauteur du niveau dans un vase cylindrique croît proportionnellement à la quantité de liquide versé et en raison inverse de la section du vase.

Le Potentiel électrique d'un conducteur croît proportionnellement à la Quantité d'électricité cédée (Charge) et en raison inverse de la Capacité du conducteur.

**La Transmission électrique par Communication lointaine entre deux conducteurs correspond exactement à l'expérience des vases communicants :**

Deux vases remplis de liquide, mis en communication convenable, sont en équilibre hydrostatique lorsque leurs niveaux sont les mêmes.

La quantité totale de liquide se partage alors proportionnellement aux capacités des vases (sections des vases cylindriques).

Deux Conducteurs électrisés mis en Communication lointaine sont en Équilibre électrostatique lorsque leurs Potentiels sont les mêmes.

La Charge électrique totale se partage alors proportionnellement aux Capacités des conducteurs (rayons sphériques équivalents).

Ce sont bien les théorèmes énoncés précédemment, pages 30 et 31.

L'égalité des Charges de Signes contraires qui se neutralisent, peut s'établir directement de la manière la plus simple, si, dans l'opération du frottement, on s'oblige à recueillir séparément l'électricité du corps frottant et celle du corps frotté.

FARADAY a même montré que cette séparation d'Électricités positive et négative a toujours lieu en quantités égales, et qu'elle constitue une

condition nécessaire de toute production d'électricité. L'assimilation hydrostatique déjà employée offre une image matérielle de cette condition : si l'on remarque que le corps frottant et le corps frotté forment deux conducteurs en contact, c'est-à-dire en communication, on pourra poursuivre la correspondance des propriétés électrostatiques et des phénomènes des vases communicants.

Lorsqu'une force extérieure trouble l'équilibre hydrostatique de deux vases communicants, des quantités égales de liquides se déplacent dans chaque vase, l'une au-dessus, l'autre au-dessous du niveau primitif commun.

Lorsqu'une force extérieure trouble l'équilibre électrostatique de deux Conducteurs en communication, des Quantités égales d'électricité se séparent sur chacun des conducteurs qui prennent, l'un un Potentiel positif, l'autre un Potentiel négatif, relativement au Potentiel primitif commun.

**L'Image de l'Électrisation** donne lieu à une autre assimilation non moins exacte :

La grandeur de la force extérieure qui sépare ces deux quantités de liquide est mesurée par la différence du niveau dans les deux vases.

La grandeur de la *Force électromotrice* qui sépare ces deux Quantités d'électricité est mesurée par la différence de Potentiel des deux conducteurs.



**L'Idée de Force électromotrice** est également matérialisée par l'Image hydrostatique qui, non seulement, donne l'expression de la force, mais fournit encore (par assimilation et sous réserve de vérification expérimentale) la mesure du travail mécanique accompli dans le phénomène.

Le travail de la force mise en jeu pour modifier la différence de niveau de deux vases communicants est la demi-somme des produits de la quantité de liquide déplacé dans chaque vase par la variation correspondante du niveau.

Le travail de la Force électromotrice mise en jeu pour établir une différence de Potentiel entre les deux conducteurs est la demi-somme des produits de la Quantité d'électricité séparée sur chaque conducteur par la variation correspondante du Potentiel.

Un théorème électrostatique nouveau, ressort immédiatement de cette assimilation : il peut s'établir rigoureusement par le calcul et se traduit par la formule :

$$T = \frac{1}{2} (MV + M'V') ,$$

en ayant bien soin de donner aux masses et aux potentiels les signes qui leur conviennent.

Ces considérations suffisent pour faire comprendre que les phénomènes électrostatiques

sont essentiellement des transformations d'Énergie mécanique : on ne peut donc produire aucun phénomène d'Électrisation, qui implique le développement d'une certaine Quantité d'électricité à un certain Potentiel, sans dépenser une *Quantité de travail* équivalente.

**Unité de force électromotrice : Volt.** — Puisque chaque couple voltaïque, chaque électromoteur est caractérisé par une Force électromotrice ou différence de Potentiel, il semblerait naturel d'adopter comme unité de mesure l'*Unité de Potentiel électrostatique*.

Cette unité n'a pas été, cependant, adoptée dans la pratique, pour diverses raisons : d'abord parce qu'elle serait beaucoup trop grande pour exprimer les valeurs des couples usuels ou des piles ordinaires dont les *Forces électromotrices* sont des fractions extrêmement petites de l'*Unité de Potentiel électrostatique* ; mais, surtout, parce *qu'elle est Électrostatique*, autrement dit qu'elle exige des appareils différents de ceux que comporte l'usage de l'*Électricité dynamique*, dont le phénomène principal est le *Courant continu*. C'est donc avec les appareils de mesures des Courants, à savoir les

*Galvanomètres*, qu'on a cherché à évaluer les différences de Potentiel.

Nous ne nous arrêterons pas à décrire ces appareils qui sont aujourd'hui vulgaires : ils mesurent ce qu'on nomme l'*Intensité* du courant par la déviation de l'aiguille aimantée mobile au centre de leur cadre.

**Intensité électromagnétique** est le nom qu'on lui donne, pour la distinguer des autres mesures d'intensité (chimique, thermique, etc.), et parce qu'elle est fondée sur l'action du courant électrique sur un aimant.

**Le Galvanomètre** soulève diverses questions.

Quel rapport y a-t-il entre l'Intensité électromagnétique du courant qui traverse un fil et la différence du Potentiel électrostatique existant entre les deux extrémités. M. CORNU, par l'ingénieuse Image qui, déjà, lui a été si utile, donne la solution du problème et, même fournit l'énoncé des lois les plus importantes relatives aux Courants.

Les deux pôles de la Pile, sources en quelque sorte indéfinies d'électricité à différence constante de Potentiel, sont figurés par deux vases remplis de liquide en mouvement, dont

3.

la différence de niveau se maintient constante par un approvisionnement extérieur : le Courant continu, ou Flux d'électricité qui circule dans le fil conjonctif, est assimilé au Flux liquide circulant dans le tube de communication.

*L'Intensité du courant* est alors l'analogue du débit du liquide, d'où l'on conclut que *l'Intensité du courant est mesurée par la Quantité d'électricité transmise dans l'unité de Temps.*

et l'on dira :

Toutes choses égales d'ailleurs, la quantité de liquide débitée par un tube donné est proportionnelle à la différence de niveau à ses deux extrémités.

ou bien :

Toutes choses égales d'ailleurs, l'Intensité d'un Courant, qui traverse un fil donné, est proportionnelle à la Différence de Potentiel existant entre ses deux extrémités.

Il est évident que la communication doit n'offrir qu'un débit très faible pour ne pas compromettre la permanence des niveaux ; donc le tube doit être fin et long pour le liquide, et le fil doit être fin et long pour le Courant.

**Voltmètre.** — L'expérience confirme cette nouvelle conclusion : un Galvanomètre à fil long et fin, qui ne *débite* qu'une quantité très

petite d'électricité (assez petite pour ne pas altérer le niveau potentiel des sources électriques employées), mesure avec exactitude les *valeurs relatives* des différences de Potentiel établies entre ses deux extrémités. Aussi, avec un pareil instrument, qui a reçu parmi les électriciens modernes le nom de *Voltmètre*, parce qu'il mesure la Force électromotrice découverte par VOLTA, on peut établir toutes les propositions qui ont été démontrées ci-dessus par la méthode électrostatique.

Le *Volt*, ou *Unité pratique de Force électromotrice*, a été ainsi nommé parce qu'il représente sensiblement la *Différence de Potentiel électrostatique* existant entre les pôles du Couple primitif de VOLTA, *zinc-cuivre*, plongeant dans de l'eau légèrement acidulée.

Nous citerons quelques chiffres comme exemple d'emploi de cette unité : le Couple au sulfate de cuivre (DANIELL) a pour force électromotrice 1<sup>volt</sup>,08 ; le Couple au sulfate de mercure, construit sur les indications de LATIMER CLARK, 1<sup>volt</sup>,44 ; le couple GROVE ou BUNSEN, 1<sup>volt</sup>,85 environ.

Les Machines dynamo-électriques à courant

continu, disposées pour l'éclairage, offrent à leurs pôles une différence de Potentiel de 110 volts environ; deux gros conducteurs prolongent ces pôles sur tout le réseau, et produisent l'incandescence des filaments de charbon qui les relient.

**Résistance électrique et unité de Résistance : Ohm.** — L'assimilation hydrodynamique ayant conduit M. CORNU à des conclusions vérifiées par l'expérience, il a poursuivi les analogies en traduisant en langage électrique les lois approximatives très simples qui concernent l'écoulement *permanent* des liquides (1).

Le débit dépend de la résistance que le tube offre au passage du liquide.		L'Intensité dépend de la Résistance que le fil offre au passage de l'Électricité.
---	--	---

Évidemment, plus la Résistance est grande, plus le débit est faible; on peut donc adopter la définition suivante de la *Résistance*:

La résistance d'un tube de communication au passage du liquide est, toutes		La Résistance d'un fil au passage du Courant est, toutes choses égales d'ailleurs,
--	--	--

(1) L'assimilation ne s'étend pas à la *Vitesse variable* à cause des actions à distance (induction) qui n'ont pas d'analogie dans les filets liquides.

choses égales d'ailleurs, en  
raison inverse du débit.

en raison inverse de l'In-  
tensité.

Combinant cette définition de la Résistance avec la relation qui lie le débit à la pression M. CORNU arrive à la loi très simple :

Le débit dans l'unité de temps, par un tube de communication, est proportionnel à la différence de niveau, et en raison inverse de la résistance du tube.

L'Intensité d'un Courant dans un fil donné est proportionnelle à la différence de Potentiel existant entre les deux extrémités, et en raison inverse de la Résistance.

C'est la célèbre *Loi d'OHM*, qui se traduit algébriquement par la formule :  $i = \frac{e}{r}$ ,

$i$  représentant l'Intensité,  $r$  la Résistance,  $e$  la différence du Potentiel électrostatique aux extrémités du fil ; si les extrémités du fil aboutissent aux Pôles mêmes de la Pile,  $e$  coïncide alors sensiblement avec la Force électromotrice de cette Pile.

**Résistance spécifique.** — La Résistance électrique est une qualité spécifique de chaque substance conductrice, qui se mesurerait directement, en réduisant toutes les substances à former un conducteur de même longueur et de

même section. Mais, le calcul permet de suppléer à cette réduction, lorsqu'on a mesuré la résistance d'un conducteur de longueur et de section connues; inversement, la connaissance de la résistance spécifique d'une substance permet de calculer la résistance d'un fil de longueur et de section données.

La loi qui lie ces trois éléments nous est également fournie par la même assimilation hydrodynamique.

La résistance qu'offre un tube de communication est proportionnelle à un coefficient spécifique, à la longueur, et en raison inverse de la section du tube.

La Résistance électrique d'un fil est proportionnelle à un coefficient spécifique, à la longueur, et en raison inverse de la section.

Donc, la résistance  $r$ , d'un fil de longueur  $l$ , de section  $s$  et de résistance spécifique  $r^1$ , est

exprimée par 
$$r = r^1 \frac{l}{s} .$$

La Résistance spécifique  $r^1$ , exprime en *ohms*, la Résistance d'un conducteur cylindrique ayant l'unité de longueur et l'unité de section. On démontre aisément quel est, numériquement, l'inverse du *Coefficient de conductibilité*.



Lorsque, dans la pratique, on est obligé de mesurer la Résistance de substances très peu conductrices comme celles employées à l'isolement des conducteurs (câbles sous-marins, diélectriques des condensateurs, etc.), on prend alors une unité 1 million de fois plus grande, le *Mégohm*.

**Unité d'Intensité électromagnétique : Ampère.**

— La *Loi d'OHM* introduit une relation nécessaire entre les unités des trois éléments  $e, r, i$ , qui y figurent ; lorsque deux d'entre elles sont définies, la troisième est évidemment déterminée, de sorte que si  $e = 1$  et  $r = 1$ , on a aussi  $i = 1$ , unité d'intensité nommée *Ampère*, pour rappeler les beaux travaux de ce savant dans le domaine de l'électricité.

L'unité pratique d'Intensité électromagnétique est alors l'Intensité du courant qui passe dans un fil ayant 1 ohm de Résistance, et une différence de Potentiel de 1 volt à ses deux extrémités.

**Ampèremètre** est le nom des instruments mesurant l'Intensité : On a, par lui, remplacé leur ancien nom de boussoles ou de galvanomètres.

Les courants de faible intensité employés en Télégraphie, en Electrothérapie, etc., sont comptés généralement en *milliampères* (millièmes d'ampère).

**Existence d'un Potentiel électrostatique tout le long d'un conducteur traversé par un Courant.**  
Nous avons vu par la *Loi d'OHM*, que l'intensité d'un Courant dans un fil de résistance donnée est proportionnelle à la différence de Potentiel existant à ses extrémités; donc :

*Aux extrémités d'un fil ou d'une portion de fil de Résistance donnée et traversé par un Courant d'Intensité déterminée, il existe une différence de Potentiel égale au produit de la Résistance par l'Intensité.*

La démonstration algébrique se tire de la formule d'OHM :  $e = r i$ .

L'assimilation hydrodynamique, qui faisait prévoir ce résultat, en fournit une image simple.

Tout le long d'un tube de diamètre constant, à travers lequel s'écoule un liquide, il y a une perte de charge (pression hydrostatique) proportionnelle à la longueur.

Tout le long d'un fil homogène de diamètre constant parcouru par un Courant, il y a une variation du Potentiel électrostatique proportionnelle à la longueur.

Ainsi la différence de Potentiel qui existe entre les deux Pôles d'une pile se répartit d'une manière continue tout le long du fil conjonctif, et proportionnellement à la résistance.

**Phénomènes calorifiques.** — On a vu que la Décharge électrostatique d'un condensateur produisait un dégagement de chaleur équivalent au Travail dépensé pour amener les charges électriques des deux armatures à leurs Potentiels respectifs; l'image hydrostatique a même prévu l'expression mathématique de ce travail.

Le fil conjonctif, siège d'un Courant d'électricité dynamique, est aussi le siège d'un développement calorifique; c'est une nouvelle preuve, ajoutée à tant d'autres, de l'identité des deux genres de manifestations.

M. CORNU a su trouver encore ici, dans la même assimilation hydrodynamique, l'expression très simple du Travail emmagasiné dans le courant en comparaison avec le Travail que peut fournir la chute d'un liquide.

Dans la chute d'un liquide à travers un tube de communication, d'un niveau

Dans le passage, à travers un fil, de l'Électricité d'un Potentiel donné à un

donné à un autre niveau également fixe, le travail disponible est égal au produit de la quantité de liquide par la différence de niveau.

autre Potentiel également fixe, le Travail disponible des forces électriques est égal au produit de la Quantité d'électricité par la différence de Potentiel (chute d'électricité).

On en conclut  $T = e q$  ,

$e$  étant la différence de potentiel et  $q$ , la quantité d'électricité qui circule dans le fil, laquelle est, de son côté, égale au produit de l'intensité par le temps,  $q = i t$  .

Ce travail  $T$ , ne se traduisant, du reste, par aucun phénomène mécanique autre que le développement de la chaleur : l'éclairage par incandescence en est une application.

**Unité pratique de Puissance des forces électriques : Watt.** — On peut calculer immédiatement, à l'aide de l'expression  $T = e q$  , le Travail à dépenser par unité de temps pour maintenir dans un conducteur un Courant d'intensité donnée. En effet, l'Intensité étant précisément la quantité d'électricité qui passe dans l'unité de temps, on aura  $T_1 = e i$  .

Donc, *le Travail mécanique nécessaire, pour maintenir un Courant dans un conducteur*

*pendant l'unité de temps, est égal au produit de l'Intensité par la différence de Potentiel aux extrémités du conducteur.*

Ce travail des forces électriques dans l'unité de temps se nomme la *Puissance du courant* : il caractérise l'efficacité du *Générateur électrique* qui le produit, comme le Travail mécanique disponible dans l'unité de temps (cheval-vapeur ou 75 kilogrammètres par seconde) caractérise la puissance d'un moteur.

Ce Travail ou *Puissance*, qu'on retrouve intégralement sous forme de chaleur, est exprimé alors avec une unité particulière, dérivant des unités pratiques d'électricité ; elle constitue l'*Unité pratique de puissance* qu'on appelle *Watt*, du nom du célèbre mécanicien anglais.

Le *Watt*, ou *Unité pratique de puissance*, représente le Travail mécanique qu'il faut dépenser pour maintenir pendant une seconde un courant de 1 ampère dans un fil dont les deux extrémités ont une différence de Potentiel égale à 1 volt : il correspond environ à 1/10 de kilogrammètre par seconde. Le multiple du watt le plus employé dans l'industrie électrique est le *kilowatt* (mille watts).



Voici des exemples de cette nouvelle unité.

Une lampe à incandescence de 16 bougies fonctionne ordinairement avec un courant de 0 amp, 80 et une différence de potentiel aux bornes de 100 volts : elle consomme donc 80 watts ou environ 8 kilogrammètres par seconde.

Une lampe à arc, fonctionnant avec un courant de 10 ampères, présentera, en général, une différence de potentiel de 45 volts entre les pointes de charbon : elle consommera donc 450 watts ou 45 kilogrammètres par seconde.

Une grosse lampe à arc, fonctionnant à 120 ampères et 50 volts, consommera 6000 watts ou 500 kilogrammètres, c'est-à-dire 8 chevaux-vapeur, sans compter, bien entendu, toutes les pertes provenant des fils conducteurs de la canalisation et de la machine.

Ces exemples numériques montrent comment on peut calculer la puissance des moteurs destinés à produire, à l'aide des machines dynamo-électriques, l'énergie électrique nécessaire à une installation d'éclairage, ou au transport de force par l'électricité ou bien encore, à la motion d'un Véhicule automobile.



## CHAPITRE IV

### *Définition et Valeur des Unités C-G-S.*

**Idées actuelles des électriciens.** — On voit par ce qui précède, quel immense labeur a coûté aux physiciens la notion précise du rôle que joue le Potentiel électrostatique dans les phénomènes de Courant : aussi est-ce vraiment cette découverte, si péniblement obtenue, et devenue définitive seulement après les grandes études de la Télégraphie sous-marine, qui établit la démarcation entre la Science électrique actuelle et celle qui eut cours jusqu'au milieu du siècle.

**La nouvelle École des ingénieurs électriciens** a pris comme point de départ la notion du Potentiel, et elle en a si bien compris l'importance, que c'est la répartition des Potentiels dans un réseau de distribution électrique qui est l'objet constant des études. On traite

la Canalisation électrique comme une Distribution d'eau, en assurant à chaque point du réseau la pression nécessaire au débit. On ne doit donc pas s'étonner de les entendre parler couramment d'une *Pression en volts*, d'un *Débit en ampères-heure*, comme les hydrauliciens parlent d'une pression en mètres d'eau, d'un débit en mètres cubes par minute ; l'expression étrange de *Perte de voltage* le long d'un conducteur correspond exactement à l'expression perte de charge le long d'un tuyau de conduite, et ainsi des autres. Si ce nouveau langage est parfois singulier, il faut avouer qu'il est, par contre, exact, bref, expressif et très clair par suite de l'emploi d'unités nettement définies.

Les Unités électrostatiques de Quantité, de Potentiel et de Capacité, ont été définies en fonction des trois unités irréductibles de la Mécanique (longueur, force, temps) : elles seraient *absolues*, si la valeur du coefficient  $h$  de la *formule de COULOMB* avait pu être également exprimée en fonction de ces mêmes unités ; mais, l'hypothèse arbitraire  $h = 1$  enlève tout caractère absolu aux unités électriques qui en dérivent.



**Les Unités électromagnétiques**, dites *absolues*, sont dans le même cas, et, bien que l'on ait cherché à réduire au minimum les paramètres entrant dans l'expression de leurs mesures, il en reste deux que l'on ne peut évaluer et que l'on remplace par l'unité; il en résulte que ce Système n'est pas absolu, et est même *incohérent* (1) avec le Système précédent.

Il n'est donc pas utile de chercher, pour le Système d'*Unités électromagnétiques*, un mode d'exposition absolument symétrique de celui du *Système électrostatique*, les points de départ réels ayant été différents.

Il suffit de se guider d'après les considérations primitives qui ont placé au premier rang la mesure de l'Intensité du Courant comme détermination primordiale. Cette importance étant, d'ailleurs, absolument justifiée, il convient de rapporter la définition de toutes les *Unités électromagnétiques* à celle de l'Intensité.

(1) L'excuse de cette incohérence a été la nécessité de faire face rapidement aux exigences des applications pratiques suscitées par le progrès de la télégraphie aérienne et sous-marine: le besoin ÉTAIT URGENT d'un système d'unités acceptables universellement.

**Unité d'Intensité.** — L'Intensité d'un courant se mesurera avec un *galvanomètre* formé d'un cadre circulaire sur lequel est enroulé régulièrement un fil de longueur  $l$ ; au centre du cadre est suspendu avec un fil et un micromètre de torsion, une aiguille aimantée relativement courte, ayant à chaque pôle une masse magnétique  $m$ . On sait, d'après la loi de LAPLACE (dédue des expériences d'AMPÈRE, BIOT et SAVART), que, dans ces conditions, la force qui agit sur chaque pôle de l'aiguille est : en direction, normale au plan du cadre, et en grandeur, proportionnelle à la masse magnétique  $m$ , à la longueur du fil  $l$ , à l'intensité du courant  $i$ , et en raison inverse du carré de la distance  $R$

(rayon du cadre) de sorte que  $F = \frac{\lambda i L m}{R^2}$ .

Le coefficient  $\lambda$  est le facteur de proportionnalité qui dépend des unités choisies : comme on ne peut l'évaluer on fait  $\lambda = 1$ ,

et l'on a alors 
$$i = \frac{F R^2}{l m},$$

c'est-à-dire un nombre mesurant l'intensité en fonction des unités irréductibles de la Mécanique, et qui établit que :

*L'unité électromagnétique d'Intensité est l'Intensité d'un courant ayant l'unité de Longueur, agissant sur l'unité de Masse magnétique, à l'unité de Distance, suivant l'unité de Force.*

**Unité de Quantité.** — En vertu de la relation  $q = i t$  (page 54), l'unité électromagnétique de Quantité est le produit de l'unité de Temps par l'unité d'Intensité.

**Unité de Résistance.** — Étant donné un travail  $T$ , qui a produit une certaine quantité de chaleur  $Q$ , on a la relation

$$T = Q E, \quad E \text{ représentant}$$

l'équivalent mécanique de la chaleur, ou

$$Q = \frac{T}{E} \text{ et, comme } T = e q \text{ (page 54),}$$

on a :  $Q = \frac{1}{E} e q$  ; mais, d'autre

part,  $e = r i$  , d'après la *Loi d'OHM* (page 49)

de sorte que  $Q = \frac{1}{E} r i q$  , et comme, enfin,

$q = i t$  (page 54), il vient  $Q = \frac{1}{E} r i^2 t$  ;

c'est l'expression de la *Loi de JOULE* : *La quantité de chaleur développée dans un fil est pro-*

*portionnelle au Temps, à la Résistance du fil et au carré de l'Intensité du courant.*

Et, comme on peut également écrire

$$E Q = T = r i^2 t, \text{ il en résulte que}$$

$$r = \frac{T}{t i^2}, \text{ de sorte que :}$$

*l'unité électromagnétique de Résistance est égale à l'unité de Travail divisée par l'unité de Temps et par le carré de l'unité d'Intensité.*

**Unité de Potentiel ou de Force électromotrice.**

Nous avons vu que, dans l'expression de la

*Loi d'OHM*,  $i = \frac{e}{r}$  (page 49),  $e$  représente

sensiblement la Force électromotrice du courant de sorte que, si nous considérons la *Loi de JOULE* écrite sous la forme

$$T = e i t, \text{ d'où } e = \frac{T}{i t},$$

nous pouvons en déduire que :

*l'unité électromagnétique de Potentiel, ou de Force électromotrice, est égale à l'unité de Travail divisée par l'unité de Temps et par l'unité d'Intensité.*

Les unités électromagnétiques se trouvent donc exprimées en fonction des trois unités

irréductibles de la mécanique, car l'unité d'Intensité, qui figure dans toutes les définitions est elle-même exprimable avec ces unités, et il n'y a plus, pour arriver à la valeur des unités pratiques, qu'à définir les trois unités mécaniques irréductibles employées, qui sont restées jusqu'ici indéterminées.

**Choix des unités mécaniques irréductibles, système C-G-S.** — L'*Association britannique*, qui a pris dès 1860, sous l'impulsion de lord KELVIN (Sir W. THOMSON), de WHEATSTONE et de MAXWELL, l'initiative de la création et de la diffusion des Unités électriques, a choisi ultérieurement les Unités mécaniques suivantes, qui ont été adoptées par le *Congrès des électriciens*, à Paris, en 1881.

1° Unité de longueur, *le Centimètre*.

2° Unité de temps, *la Seconde sexagésimale de temps moyen*.

3° Unité de force, *la Dyne ou gramme-masse* : la force qui, agissant sur la masse d'un gramme, imprime à cette masse une accélération de 1 centimètre par seconde.

Cette convention revient à substituer l'Unité de masse  $M$ , à l'Unité de force  $F$ , qui est liée

à l'Unité d'accélération  $G$ , comme on sait, par la relation  $F = M G$ .

Les forces agissant sur la même masse étant proportionnelles aux accélérations, on en conclut aisément que, à Paris, où l'accélération due à la gravité est égale à 981 centimètres, la *dyne* est égale à la 981<sup>me</sup> partie d'un gramme-force, ou environ un *milligramme-force*.

Cet ensemble d'Unités mécaniques est appelé par abréviation *Système C-G-S* (Centimètre-Gramme-Seconde).

**Valeurs des Unités pratiques en Unités C-G-S.**  
C'est ce Système C-G-S, qu'on est convenu d'employer pour exprimer les Unités électrostatiques et électromagnétiques dites *absolues*, et mieux nommées *Unités C-G-S*.

Les Unités électrostatiques définies dans les chapitres II et III sont toujours exprimées en unités C-G-S, et employées avec leur ordre de grandeur.

Quant aux Unités électromagnétiques C-G-S, elles ne se trouvent pas toutes adaptées, comme ordre de grandeur, aux mesures usuelles : celles de Force électromotrice et de Résistance ont l'inconvénient d'être beaucoup trop petites ;

c'est pourquoi l'on a choisi pour unités pratiques des multiples décimaux.

Le *volt* vaut  $10^8$  unités C-G-S de Potentiel, et l'*ohm* vaut  $10^9$  unités C-G-S de Résistance, d'où l'on conclut la valeur de l'*ampère* égale à  $10^{-1}$  unités C-G-S d'Intensité.

Il convient d'y ajouter les unités pratiques également employées, dont la définition est une conséquence des précédentes :

le *coulomb*, qui vaut  $10^{-1}$  unités C-G-S de Quantité ;

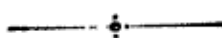
le *farad* valant  $10^{-9}$  unités C-G-S de Capacité, et le millionième de farad, ou *microfarad*.

**Unité de travail.** — *L'unité de Travail est le Travail accompli par l'unité de Force déplaçant son point d'application de l'unité de Longueur, suivant sa propre direction.*

On l'a nommée *erg*,

et elle correspond à  $\frac{1}{98.100.000}$  de kilogrammètre.

Cette valeur, étant excessivement petite, on lui a substitué le *volt-ampère* ou *watt*, qui vaut  $10^7$  *ergs*, ou  $\frac{1}{9,81}$  kilogrammètre, de sorte que,  $1 \text{ cheval} = 736 \text{ watts}$ .



## CHAPITRE V

### *Piles primaires et Piles secondaires.*

Le Véhicule électrique type comporte trois organes essentiels (figure 2).

1° un *Générateur* d'Énergie électrique A ;

2° un *Manipulateur* B, servant à établir, régler ou interrompre le courant fourni par le Générateur A ;

3° un *Moteur* électrique M, actionnant la roue R, par l'intermédiaire d'une transmission T.

Les Générateurs d'énergie électrique, propres à actionner les Véhicules automobiles sur Routes, sont les *Piles primaires* et les *Piles secondaires* ou *Accumulateurs*.

#### **Piles primaires.**

La *Pile primaire* type est constituée par deux plaques, bâtons ou fils de substances diverses plongeant dans un seul, ou dans deux liquides,



choisis de façon à provoquer des réactions chimiques qui engendrent l'Énergie : ce sont les deux *Électrodes* de la Pile.

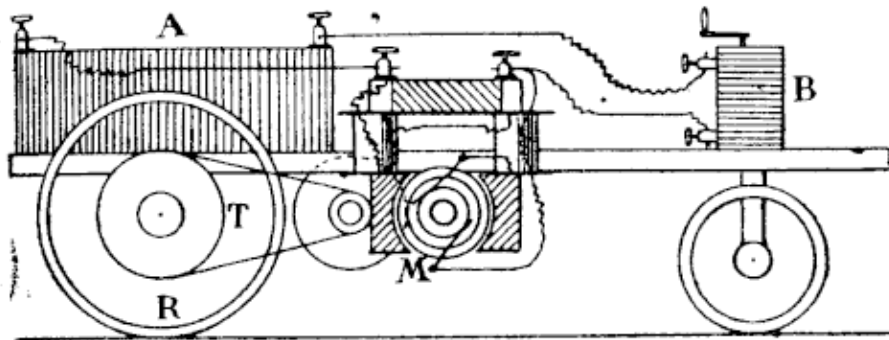


Figure 2. — Véhicule électrique type.

La Pile primaire type est réalisée par l'Élément voltaïque zinc-cuivre, les deux métaux étant reliés entre eux par un fil conducteur, et plongeant dans de l'eau acidulée d'acide sulfurique ; le cuivre peut, du reste, être remplacé

par n'importe quelle substance inattaquable par le liquide ou, simplement, moins attaquable que le zinc, (figure 3).

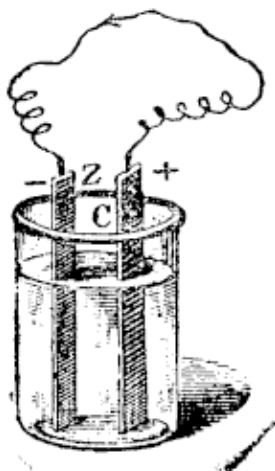


Figure 3

Pile zinc-cuivre. tandis que l'hydrogène est mis en liberté, et, une différence de Potentiel

se produisant, un courant électrique se forme allant de l'Électrode inattaquable (*Pôle positif*) à l'Électrode attaquée (*Pôle négatif*), c'est-à-dire du cuivre au zinc.

La combinaison du zinc avec l'oxygène, puis avec l'acide sulfurique produit de la chaleur, et c'est celle-ci qui engendre la Force électromotrice ou l'Énergie, laquelle, par l'intermédiaire du courant peut être transportée hors de la Pile, à certains appareils récepteurs qui transforment cette Énergie électrique en Travail mécanique apparent.

Mais la *Pile simple* zinc-cuivre (comme presque toutes les piles du reste) perd rapidement son énergie par suite de l'accumulation, sur l'Électrode inattaquable, des bulles d'hydrogène qui forment à sa surface une gaine mauvaise conductrice.

**La Polarisation**, tel est le nom que l'on donne à ce phénomène, et tous les efforts des inventeurs des Piles les plus diverses, ont toujours tendu à empêcher la Polarisation.

**La Dépolarisation** a été obtenue de la façon la plus pratique par l'action d'un liquide différent dit : *Liquide dépolarisant*.

Les Piles dans lesquelles on a pu empêcher la Polarisation de façon à ce qu'elles donnent naissance à un Potentiel assez élevé et suffisamment constant, sont les seules qui puissent être utilisées à la *Locomotion électrique* : elles sont à un ou à deux liquides.

**La Pile au Bichromate de potasse** est la pile type dépolarisée à un seul liquide. Le pôle négatif est toujours le zinc, et le pôle positif une plaque ou un cylindre de charbon de cornue. Le liquide est de l'acide sulfurique étendu et saturé de bichromate de potasse : environ 240 grammes de bichromate sature un litre d'eau. On dissout le bichromate dans l'eau bouillante, et l'on ajoute l'acide après refroidissement.

La présence du bichromate a pour effet d'empêcher complètement l'hydrogène d'arriver au contact du charbon : il se combine avec l'oxygène mis en liberté par l'acide chromique.

**Les Piles à deux liquides** ont été imaginées également pour éviter la Polarisation de l'Électrode positive, et en même temps pour empêcher que les composés formés par l'hydrogène reviennent sur la plaque de zinc et en ralentissent l'attaque.

Les deux principaux types sont : DANIELL et GROVE-BUNSEN ; le premier fournit un courant constant d'intensité modérée qui peut durer des mois, et le second, peut donner un courant très énergique pendant quelques heures : c'est celui qui nous intéresse au cas particulier.

**Pile de Grove.** — Le zinc est toujours au pôle négatif, et l'Électrode positive est formée d'une lame de platine, plongée dans un vase en terre poreuse, rempli d'acide azotique. Un second vase, entoure celui-ci, plein d'acide sulfurique étendu dans lequel trempe le zinc.

**La Pile Bunsen** est une modification de l'Élément de GROVE où le platine est remplacé par du charbon (figures 4, 5, 6 et 7). Le charbon P, sous forme d'un bâton carré occupe l'axe de l'appareil, entouré par le vase poreux cylindrique *v* : Autour de celui-ci figure la lame de cuivre C, également de forme cylindrique, et le tout est renfermé dans un pot en terre ou en verre V ; des bornes à vis *p* et *c*, permettent d'attacher les fils.

La terre poreuse humide laisse passer librement le flux électrique, tout en empêchant presque complètement le mélange des liquides.

Dans cet élément, l'hydrogène, qui se forme au milieu de l'acide sulfurique, ne peut atteindre le charbon qu'après avoir traversé l'acide azotique avec lequel il réagit pour former de l'acide azoteux et de l'eau, qui devraient rester en solution dans l'acide libre; mais il se produit un dégagement de vapeurs nitreuses, c'est l'inconvénient de la *Pile Grove* et de la *Pile*

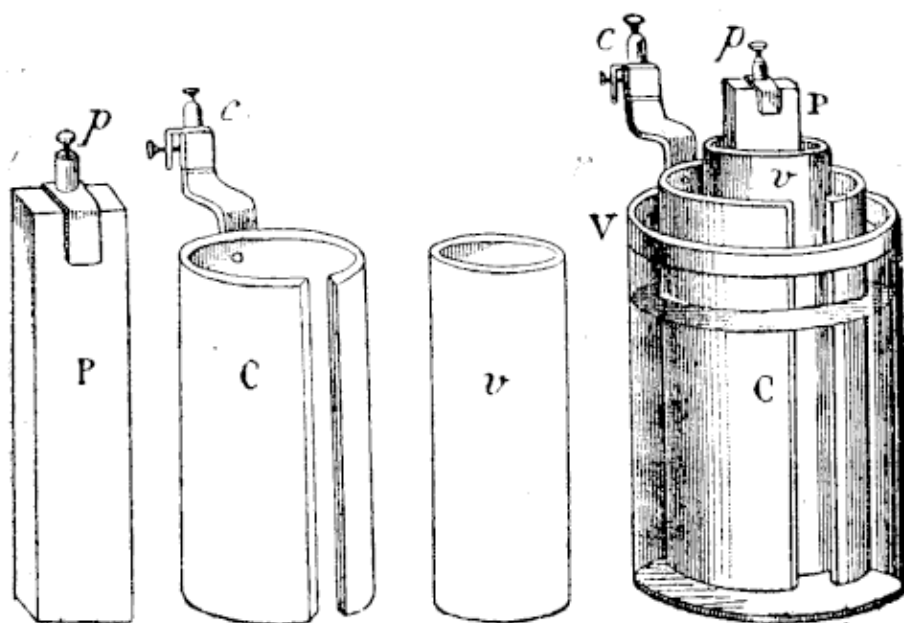


Figure 4.

Figure 5.

Figure 6.

Figure 7.

Détails de la *Pile Bunsen*.

BUNSEN : celle-ci est, néanmoins et jusqu'à nouvel ordre, le seul Élément voltaïque puissant dont on puisse faire pratiquement usage pour les applications exigeant une grande force : plus économique que celui de GROVE, mais tenant un peu plus de place.

**Pile au Bichromate à deux liquides.** — On a également établi des piles au bichromate de potasse à deux liquides : le charbon est plongé dans une solution aqueuse de bichromate de potasse contenue par un vase poreux, entouré lui-même d'un second récipient qui renferme une dilution d'acide sulfurique au vingtième, dans laquelle trempe le zinc.

**La Pile chlorochromique** du Commandant RENARD, est une pile dépolarisante à un seul liquide, dans laquelle le bichromate de potasse ou de soude a été remplacé par de l'acide chromique.

Le liquide, à la fois excitateur et dépolarisant, est composé d'une dissolution d'acide chromique dans un mélange d'acides sulfurique et chlorhydrique. L'électrode négative est un long crayon de zinc maintenu dans l'axe d'un tube d'argent platiné fendu, de un dixième de millimètre d'épaisseur, le tout plongeant dans une éprouvette en verre étroite et haute, pour offrir une grande surface extérieure de refroidissement [4 centimètres de diamètre, sur 40 de hauteur] : débit moyen de 20 ampères au potentiel de 1,2 à 1,3 volts.

**Diagramme d'une Pile et Couplage.** — Dans les figures schématiques représentant des arrangements de Piles entre elles ou de divers organes avec une Pile, celle-ci est indiquée par un Diagramme conventionnel (figure 8) : un trait noir gras représente l'Électrode négative Z, et un trait fin et long, C, l'Électrode positive.

L'ensemble formé par les deux Électrodes, les liquides où elles plongent et les vases qui les contiennent, constitue un *Élément*. Lors-

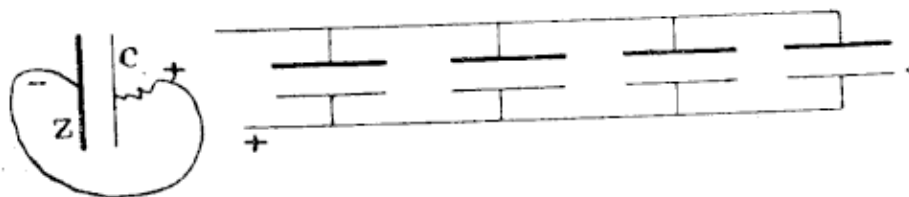


Figure 8.

Figure 9. — Couplage en quantité.

que l'on veut obtenir des résultats plus considérables qu'avec un seul Élément, on en groupe plusieurs ensemble. Ce groupement ou Couplage, pour former une *Batterie*, peut s'effectuer de diverses façons, suivant les effets que l'on veut obtenir.

**Le Couplage en Quantité**, figure 9, s'obtient en réunissant d'une part tous les pôles positifs sur un seul conducteur, et, d'autre part, tous les

pôles négatifs. Ce Couplage dit aussi en *Dérivation* ou en *Surface* n'augmente pas la Résistance ni le Potentiel, qui reste égal à celui d'un élément; mais il multiplie le débit. Si, par exemple on a groupé en quantité (figure 9), 10 éléments de chacun un volt de Potentiel avec un Débit moyen de 6 ampères, on obtient un courant de 1 volt avec 60 ampères de Débit.

**Le Couplage en Série, ou en Tension** consiste à relier l'Électrode positive du premier à la négative du second, et ainsi de suite (figure 10); dans ce cas, les forces électromotrices s'a-

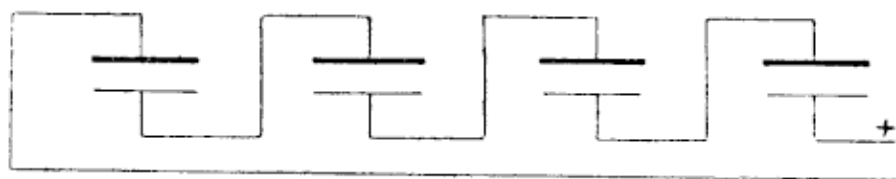


Figure 10. — Couplage en Série ou en Tension.

joutent, de sorte que le voltage sera de 10 volts; mais les résistances s'ajoutent aussi, de sorte que le Débit reste égal à 6 ampères.

Dans un cas comme dans l'autre, la puissance de la Batterie est la même :

$$1 \text{ volt} \times 60 \text{ ampères} = 60 \text{ watts.}$$

$$\text{ou } 10 \text{ volts} \times 6 \text{ ampères} = 60 \text{ watts.}$$

**La Règle du Couplage** devra résulter du genre de travail à effectuer, de telle sorte que la ré-



sistance intérieure soit, autant que possible égalisée avec la résistance extérieure. C'est dans ces conditions, que les piles donnent le *maximum* d'effet utile : la *Batterie* sera montée en *Quantité*, lorsque la résistance extérieure sera faible, et en *Série*, lorsqu'elle sera forte.

**Le Couplage mixte** consiste à réunir d'abord un certain nombre d'éléments en *Série* pour réunir ensuite ces groupes en *Quantité*, ou réciproquement.

Les batteries avec lesquelles le commandant RENARD actionnait la machine de son ballon *la France* se composaient chacune de l'accouplement en *Série* de cinq groupes, de six tubes de verre de 4 centimètres de diamètre, assemblés en quantité; chacun de ces groupes donnait, en moyenne, un Débit de 120 ampères avec 1, 2 à 1, 3 volts de Potentiel, et la Batterie complète, pesant 48 kilogrammes fournissait sensiblement 736 wats ou un cheval-heure, qui coûtait.... 12 francs.

### **Accumulateurs.**

La **Pile secondaire** est ainsi nommée parce qu'elle ne produit pas l'Énergie électrique di-

rectement, et de premier jet, mais seulement après que certaines réactions chimiques y ont été accomplies par l'effet d'un Courant développé par une source étrangère, et que l'on appelle *Courant de charge*.

**Le nom d'Accumulateur** lui a été donné parce qu'elle constitue un appareil qui emmagasine l'Énergie électrique résultant du travail chimique exécuté par le Courant de charge, travail récupérable et distribuable par la production d'un autre Courant, lequel dure tant que les effets de la réaction chimique primitive ne sont pas annulés, et qui a été nommé *Courant de décharge*.

De fait, l'action chimique dont on a fait usage pour établir les premiers accumulateurs n'était rien autre chose que la Polarisation dont on a tant à se plaindre dans les Piles primaires.

**Sinshedden** qui, en 1857, établit une pile à un seul liquide acidulé dans lequel plongeaient deux électrodes en plomb, constata que tandis que l'une se peroxydait, l'autre se désoxydait par polarisation, sous l'influence du dégagement d'hydrogène et se couvrait de plomb réduit pulvérulent.

**Planté**, le premier, en 1859 faisait de ce phénomène une application pratique décrite dans son beau travail simplement intitulé : *Recherches sur l'électricité*, dans lequel tout a été dit sur les accumulateurs au plomb.

L'**Élément Planté** était constitué par deux feuilles de plomb isolées l'une de l'autre et roulées parallèlement en spirales, plongées ensemble dans de l'eau acidulée à l'acide sulfurique. Cet appareil ne devient un *Accumulateur* qu'à condition d'être *formé*, c'est-à-dire de subir une préparation qui a pour but de diviser les molécules du plomb dans une partie de l'épaisseur de façon que le plus de molécules possible soient intéressées à l'action électro-chimique.

Pendant la charge le courant électrique a décomposé l'eau acidulée, et l'oxygène s'est porté sur l'électrode positive pour former du peroxyde de plomb,  $PbO^2$ , tandis que l'hydrogène agit sur l'électrode négative. On produit la décharge en réunissant directement les deux plaques par un fil de cuivre dans lequel se produit un courant inverse du courant de charge : l'électrode positive cède alors un équivalent d'oxygène de sorte que le peroxyde de plomb

devient oxyde ; l'oxygène ainsi libéré se porte sur l'électrode négative et y forme de l'oxyde de plomb ; il y a en même temps sulfatation des 2 électrodes. Le travail de formation qui nécessitait un grand nombre de charges et de décharges successives, durait plusieurs mois.

**Camille Faure**, en 1880, eut le premier l'idée de constituer les électrodes des accumulateurs en agglomérant des oxydes de plomb (minium, litharge) sur un support en Plomb.

**Sellon et Volckmar** ont perfectionné son idée en réalisant des supports en forme de grille dont les vides sont remplis par les oxydes actifs.

Tous les accumulateurs au plomb actuellement en usage dans l'industrie sont dérivés des travaux de ces premiers inventeurs ; mais tous sont plus ou moins sujets à des inconvénients graves dont le principal est dû à la sulfatation du plomb et à la formation du plomb poreux. Un autre inconvénient consiste dans la formation des courts-circuits provenant des contacts accidentels des plaques entre elles. C'est sur les moyens d'éviter ces inconvénients que se sont portés tous les efforts des inventeurs : ils ont donné lieu à un nombre considérable

de types divers dont la description emplirait tout notre volume (1).

Nous dirons seulement que les systèmes qui nous paraissent avoir actuellement la faveur du public sont : l'*Accumulateur tubulaire* THOMASI, dit le *Fulmen*, et l'*Accumulateur* BLOT, à *navettes*.

Les Accumulateurs seront comme les Piles primaires, en vue de produire des résultats importants et divers, accouplés en Quantité, en Série, ou de façon mixte.

(1) Voir pour la description des divers types d'Accumulateurs, le 3<sup>e</sup> volume de la *Petite Encyclopédie électro-mécanique*, par HENRY DE GRAFFIGNY, édité chez BERNARD ET C<sup>ie</sup>, à Paris, quai des Grands-Augustins, 53<sup>ter</sup> ; et aussi le *Dictionnaire d'Électricité* par JULIEN LEFÈVRE, publié par J-B. BAILLÈRE ET FILS, à Paris, 49 rue Hautefeuille.



## CHAPITRE VI.

### *Dynamos et Moteurs électriques.*

**Une Dynamo** (par abréviation de MACHINE DYNAMO-ÉLECTRIQUE) est un Générateur mécanique d'électricité basé sur les propriétés de l'électro-aimant découvertes par AMPÈRE en 1820 et sur les phénomènes d'Induction observés par FARADAY en 1831.

**Un Électro-aimant** est constitué par un barreau d'acier ou de fer doux, autour duquel on enroule un fil métallique isolé, dans lequel passe un courant électrique : le barreau devient un aimant. S'il est en fer doux, il ne reste aimanté qu'au moment où le courant passe, et perd son magnétisme quand le courant cesse; s'il est en acier, il met de la résistance à prendre l'état magnétique, mais ensuite, il garde indéfiniment ses propriétés, après que le courant a cessé.

On profite de la propriété du fer doux, pour établir des *Électro-aimants* au moyen desquels on obtient des forces magnétiques bien plus grandes que celles données par les aimants

d'acier; car, dans certaines limites, la force de l'aimant temporaire est proportionnelle à la force du courant qui traverse le fil.

**Les Électro-aimants en fer à cheval** sont formés de deux tiges cylindriques parallèles, en fer, reliées à une extrémité par une culasse massive de même métal (voir B B' fig. 13 et 14).

**Induction.** — Si un aimant A (figure 11), est

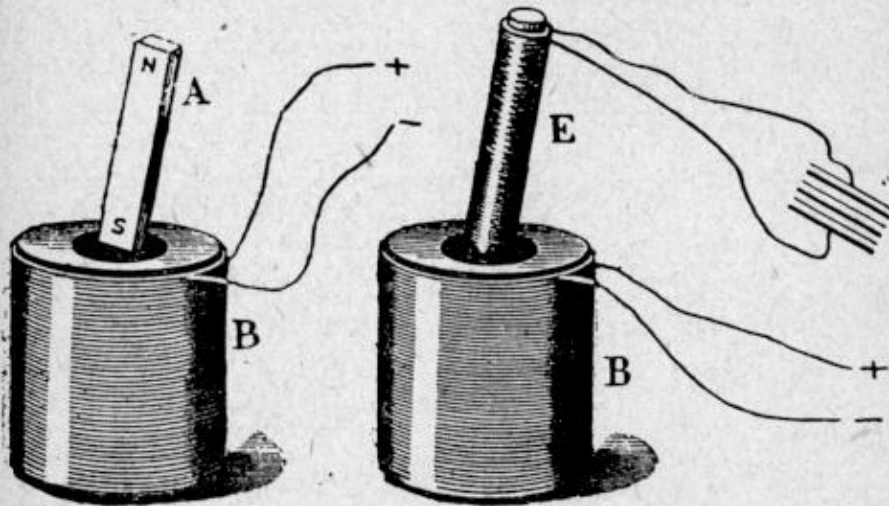


Figure 11      at      Figure 12. — Induction.

enfoncé vivement à l'intérieur d'une bobine B, couverte d'un fil métallique isolé, puis qu'on le retire de même, il se manifeste dans le fil un *Courant induit* qui a une certaine direction au moment où l'aimant est introduit, et une direction contraire, quand il est retiré.

Si, au lieu d'un aimant d'acier, c'est un Électro-aimant E (figure 12), qui est introduit et

retiré, les actions sont identiquement les mêmes; il se développe des *Courants induits* dont les directions dépendent de l'Électro-aimant, du sens des mouvements et de la direction du courant qui contribue à former celui-ci.

Enfin, on obtient les mêmes effets en laissant à demeure, dans l'intérieur de la bobine un noyau de fer doux que l'on aimante et désaimante alternativement, au moyen d'un aimant permanent que l'on approche ou éloigne successivement.

**Pixii**, en faisant usage de ce dernier procédé, construisit, en 1832, la première *Machine magnéto-électrique* qui, après avoir été quelque peu perfectionnée par SEXTON et CLARKE, devait être telle qu'elle est représentée par les figures 13 et 14.

**La Machine magnéto-électrique de Clarke** se compose d'un électro-aimant en fer à cheval  $B B'$ , qu'un volant manivelle  $V$ , fait tourner autour de son axe  $a$ , placé horizontalement, en regard des pôles d'un aimant d'acier vertical  $A$ . Des courants induits se développent dans le fil des bobines  $B B'$  chaque fois qu'elles se rapprochent et s'éloignent des pôles de l'aimant  $A$ .



Le sens de l'enroulement des fils est indifférent : il faut seulement avoir soin que les courants inverses qui prennent naissance en même temps dans les deux bobines circulent, dans l'une de droite à gauche, et dans l'autre de gauche à droite, pour ne pas se contrarier.

Les deux extrémités libres doivent aboutir, l'une à un axe de cuivre C, l'autre à une virole de même métal *c*, isolée de C, par un manchon d'ivoire I.

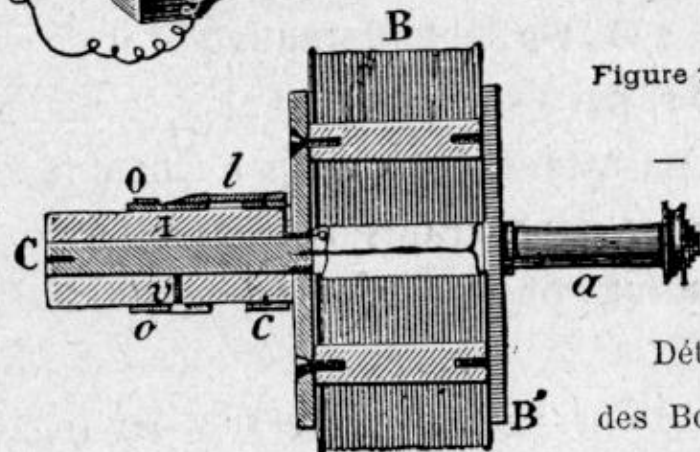
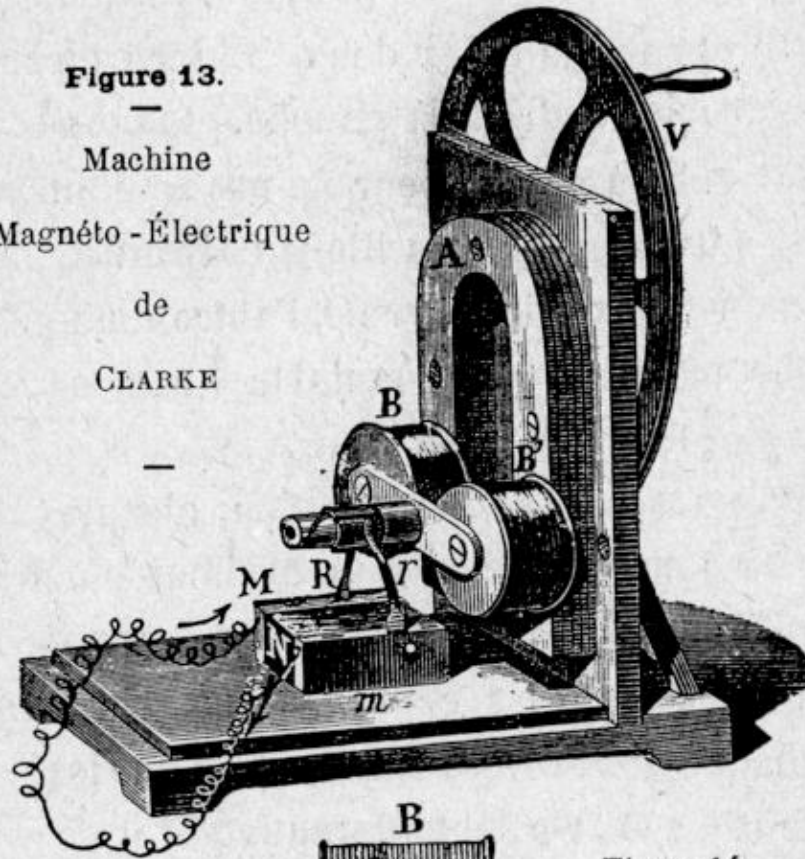
Pendant une demi-révolution, chaque noyau de fer doux est successivement aimanté et désaimanté, puis réaimanté en sens inverse, etc.. Par conséquent les courants changent de sens à chaque demi-révolution, de sorte que les aboutissant en C et *c* sont alternativement de signe + et de signe — (1).

**Le Commutateur**, imaginé par CLARKE, pour transformer ces courants alternatifs en un courant continu, consiste en deux demi-anneaux de

(1) *Traité expérimental d'Électricité et de Magnétisme* de J-E-H. GORDON traduit de l'anglais et annoté par J. RAYNAUD, précédé d'une introduction de A. CORNU, membre de l'Institut, professeur de physique, à l'École Polytechnique.

cuiivre sans contact l'un avec l'autre, dont l'un O, est, par une languette *l*, relié à la virole *c*,

**Figure 13.**  
—  
Machine  
Magnéto - Électrique  
de  
CLARKE  
—



**Figure 14.**  
—

Détail  
des Bobines.

et l'autre *o*, par une vis *v*, à l'axe intérieur C.  
Deux ressorts R et *r*, frottent l'anneau fendu O *o*

de manière que l'un récolte toujours les extrémités + des courants alternatifs, et l'autre les extrémités — ; il en résulte qu'en reliant par un fil, les plaques M et m, séparées par le bloc isolant N, auxquelles sont attachés les ressorts R et r, on obtient, dans ce fil, un courant continu, de direction constante, mais dont l'intensité présente des variations périodiques à chaque demi-tour.

Telle est la première *Machine électro-magnétique* qui fut construite aussitôt après la découverte des phénomènes de l'Induction par FARADAY. Elle renferme tous les organes essentiels que les constructeurs qui ont suivi n'ont fait que développer pour les mieux approprier aux cas particuliers.

La *Machine dynamo-électrique*, est une Machine magnéto-électrique dont l'aimant d'acier A, est remplacé par un électro-aimant.

On a cru, pendant quelque temps, qu'il était absolument nécessaire, pour produire le *Champ magnétique*, c'est-à-dire aimanter les noyaux en fer doux de cet électro-aimant inducteur, de faire passer un courant électrique dans le fil qui les entoure.

**L'Excitation** nécessaire pour mettre en train la *Machine dynamo*, était donc, dans le principe, fournie par des sources d'électricité extérieures et indépendantes.

On se servit d'abord d'une machine magnéto-électrique dite *Machine excitatrice*, puis d'une pile. Puis on constata que cette pile n'avait pas besoin de développer des courants intenses.

**C. Wheatstone**, en 1867, établit qu'un seul élément de *Pile DANIELL* suffit pour exciter, au début de la rotation, le magnétisme dans les noyaux de l'électro-aimant, qui devient de plus en plus puissant par l'accroissement graduel des courants qu'il engendre lui-même.

**C-W. Siemens**, dans un mémoire lu, le 14 février 1867, à la *Société royale de Londres*, expose ensuite que la coopération de la pile n'est nécessaire que pendant un instant avant le commencement de la rotation, afin d'introduire l'action magnétique, qui s'accumulera ensuite sans elle.

Mais on ne tarda pas à reconnaître que même cette légère intervention de la pile était inutile pour effectuer la mise en train. Il suffit, pour

produire cet effet, d'une trace de magnétisme résiduel ou rémanent comme celle que laisse sur le fer, qui n'est jamais complètement doux, le magnétisme résiduel d'une pile ou l'action de la terre. Comme cette dernière agit toujours sur les masses de fer, quelle que soit leur orientation, il en résulte que l'Excitation initiale se fait naturellement, et, si faible que soit le magnétisme permanent que possède ainsi le noyau de l'électro-aimant, il fait naître, dès les premiers tours de la bobine, un Courant induit qui, passant dans l'électro-aimant, augmente sa puissance ; d'où résulte un Courant induit plus intense qui augmente encore la puissance de l'électro-aimant, en sorte que l'intensité du champ magnétique et celle du Courant vont en augmentant : l'une jusqu'à ce que le fer doux ait atteint le maximum d'aimantation, l'autre jusqu'à ce que la résistance qu'éprouve la bobine, quand elle passe devant les pôles de l'Inducteur, fasse équilibre à la puissance motrice.

La transformation du Travail mécanique en Énergie électrique s'opère donc directement par la rotation de pièces métalliques devant d'autres pièces métalliques.

C'est Pacinotti qui inventa, en 1860, les dispositions fondamentales, aussi ingénieuses que pratiques d'après lesquelles sont, aujourd'hui, universellement établies, les *Machines Dynamos à Courant continu*.

Ampère, Faraday, Clarke et Pacinotti, sont donc les quatre savants et inventeurs de génie des découvertes de qui découlent toutes les applications si étendues et si remarquables de la Science électrique.

M. le Professeur Govi a décrit la *Machine de PACINOTTI*, à l'Assemblée générale extraordinaire de la *Société des Ingénieurs télégraphistes et électriciens*, qui se tint au Palais de l'Industrie le 24 septembre 1881, sous la présidence de M. G-C. FORSTER, en présence de M. COCHERY alors ministre, et de M. BERGER, Commissaire général de l'*Exposition internationale d'Électricité*.

Le remarquable discours du Professeur Govi a été publié dans le journal *of the Society of telegraph Engineers and of Electricians*, année 1881, p. 372. (SPON, London). Nous en donnons ci-après le très intéressant début.

## Discours du professeur Govi.

« Mesdames, Messieurs.

« Je vous remercie d'abord de l'intérêt que vous paraissez attacher à l'invention d'un de mes compatriotes, et je remercie la *Société des*

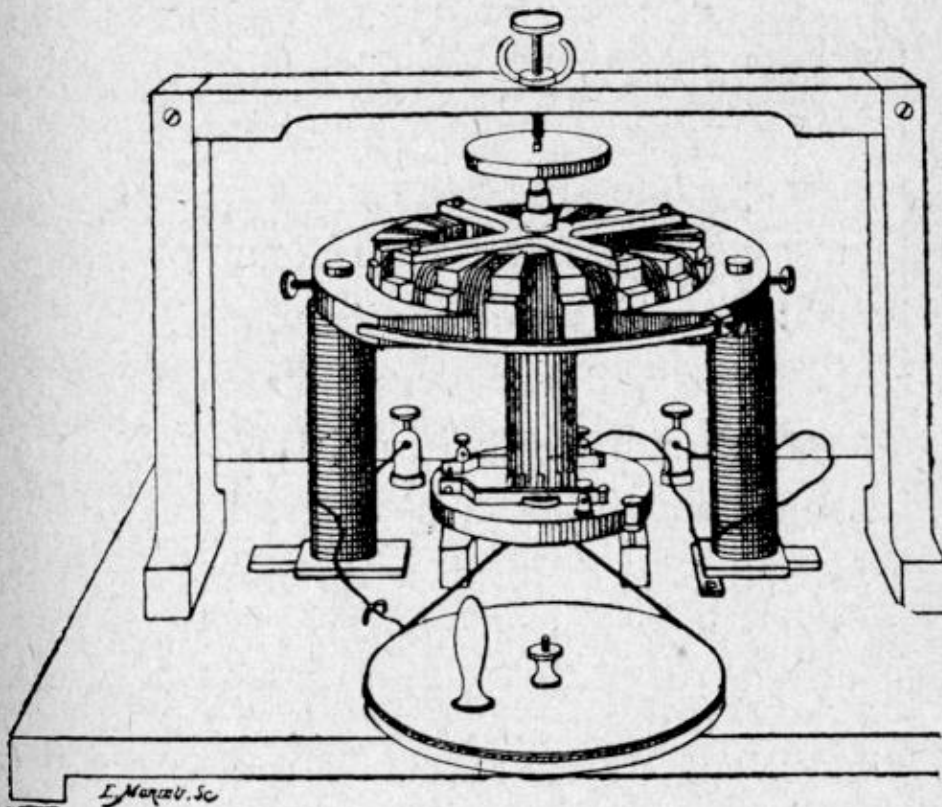


Figure 15.

Machine électro-magnétique de A. PACINOTTI (1860).

*Ingénieurs Télégraphistes* de l'honneur qu'elle a voulu me faire en m'appelant ici à être le porte-voix de M. PACINOTTI. »

« M. PACINOTTI a imaginé sa machine lorsqu'il était très jeune : il n'avait que 19 ans



quand il l'a inventée, ce qui n'enlève ni n'ajoute rien au mérite de la machine, mais ce qui peut ajouter quelque chose au mérite de l'inventeur. Voilà pourquoi je tenais à vous faire remarquer cette circonstance ».

« La machine de M. PACINOTTI est une machine magnéto-électrique, mais elle est en même temps une machine motrice, et il faut même dire que la première idée de son invention a été d'en faire un moteur électrique. Dans les anciens moteurs imaginés par différents savants, des électro-aimants passaient devant des aimants fixes, qui les attiraient ou les repoussaient et il s'ensuivait un mouvement qui était transmis à différents organes. Quelquefois, c'était le contraire qui avait lieu mais il y avait dans tous les cas beaucoup d'inversions de courants, de contacts brûlés et de perte de force. »

« M. PACINOTTI se demanda si l'on ne pouvait pas obtenir un mouvement continu, sans interruption ni saccades, et ce fut là le point de départ de son invention. »

Mais, nous pouvons faire mieux encore que de laisser parler l'éminent professeur : c'est



d'imprimer la traduction exacte du mémoire publié par *il Nuovo Cimento*, dans lequel ANTOINE PACINOTTI donne lui-même la description détaillée de sa machine, telle qu'elle fut exposée au palais de l'Industrie en 1881, (figure 15), et telle qu'on la peut voir encore aujourd'hui, au *Conservatoire national des Arts et Métiers*, sous l'étiquette : **Machine électro-magnétique à anneau**, de M. le Docteur A. PACINOTTI, *exécutée sous sa direction, en 1888, par M. ORESTE CINI, d'après le modèle original de 1860.*

**Mémoire original d'Antoine Pacinotti.**

(Il Nuovo Cimento, Juin 1864) (1).

En 1860, j'eus l'occasion de faire construire pour le compte du cabinet de physique technologique de l'*Université de Pise*, un petit modèle de machine électro-magnétique de mon invention, que je me décide à décrire aujourd'hui, spécialement dans le but de faire connaître un électro-aimant d'un genre particulier dont je me suis servi dans la construction de cette machine. Cet électro-aimant,

(1) Traduction publiée par le journal *l'Électricien* (1881, 2<sup>e</sup> volume, page 127).

indépendamment de sa nouveauté, me semble particulièrement propre à donner plus de régularité et de constance d'action dans des machines électro-magnétiques semblables, de même que sa forme me semble convenable pour recueillir la somme des courants induits dans une machine magnéto-électrique.

Dans les électro-aimants ordinaires, même quand un commutateur y est adapté, les pôles magnétiques naissent toujours aux mêmes endroits, tandis qu'en se servant du commutateur qui accompagne l'électro-aimant que je décris, les pôles peuvent changer de place dans le fer soumis à l'aimantation.

La forme du fer de cet électro-aimant est celle d'un anneau circulaire. Pour comprendre facilement la marche et le mode d'action du courant magnétique, supposons que l'on enroule sur notre anneau de fer un fil de cuivre recouvert de soie, et que lorsque la première spirale est complète, au lieu de continuer l'hélice en montant sur celle qui vient d'être formée, on arrête le fil métallique en soudant ensemble les deux extrémités de la spirale; nous avons ainsi recouvert l'anneau de fer

d'une spirale fermée isolée, toute dirigée dans un seul sens. Si maintenant nous faisons communiquer avec les deux pôles de la pile deux points assez distants du fil métallique de cette hélice, le courant, en se partageant, parcourt l'hélice sur l'une et sur l'autre partie entre les points de communication, et les directions qu'il prend sont telles que le fer devra s'aimanter en présentant les pôles là où sont appliqués les rhéophores. La ligne droite qui relie ces pôles pourra s'appeler l'axe magnétique auquel nous pourrons, en changeant les points de communication sur la pile, faire prendre n'importe quelle position transversale par rapport à la figure ou au cercle de fer de l'électro-aimant, que j'appellerai pour cette raison, *électro-aimant transversal*. Les deux parties de l'aimant qui se trouvent des deux côtés de la ligne droite (dans notre machine cette ligne est le diamètre) qui relie les rhéophores de la pile, peuvent être considérées comme deux électro-aimants courbes opposés, ayant les pôles de même nom en présence.

Pour établir sur ce principe l'électro-aimant dont je me suis servi dans la construction de

**Machine Électro-magnétique à courant continu**  
d'ANTOINE PACINOTTI.

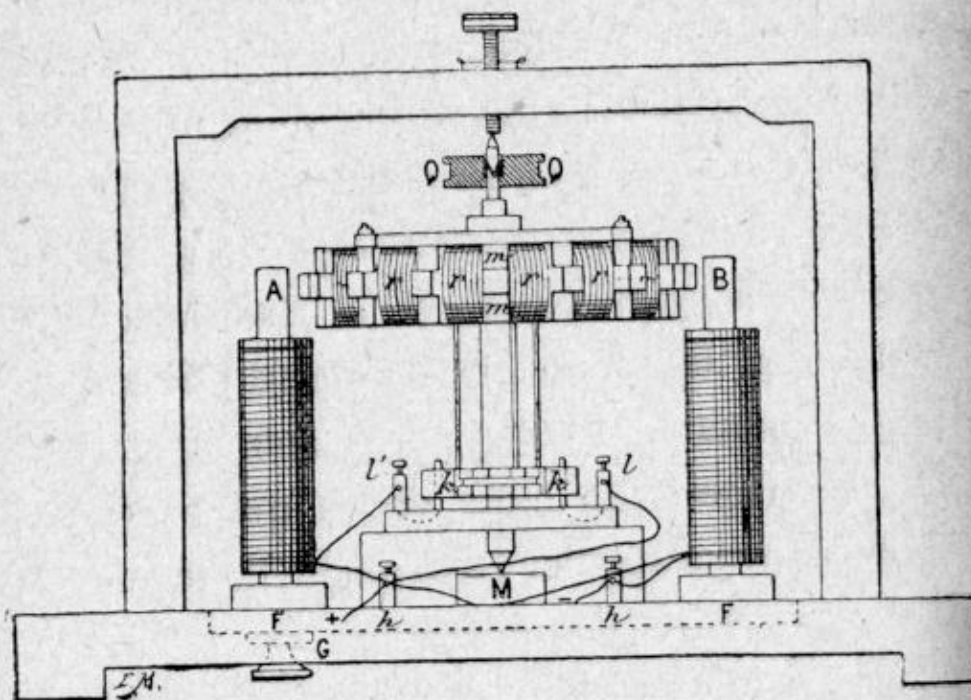


Figure 16. — Vue en Élévation.

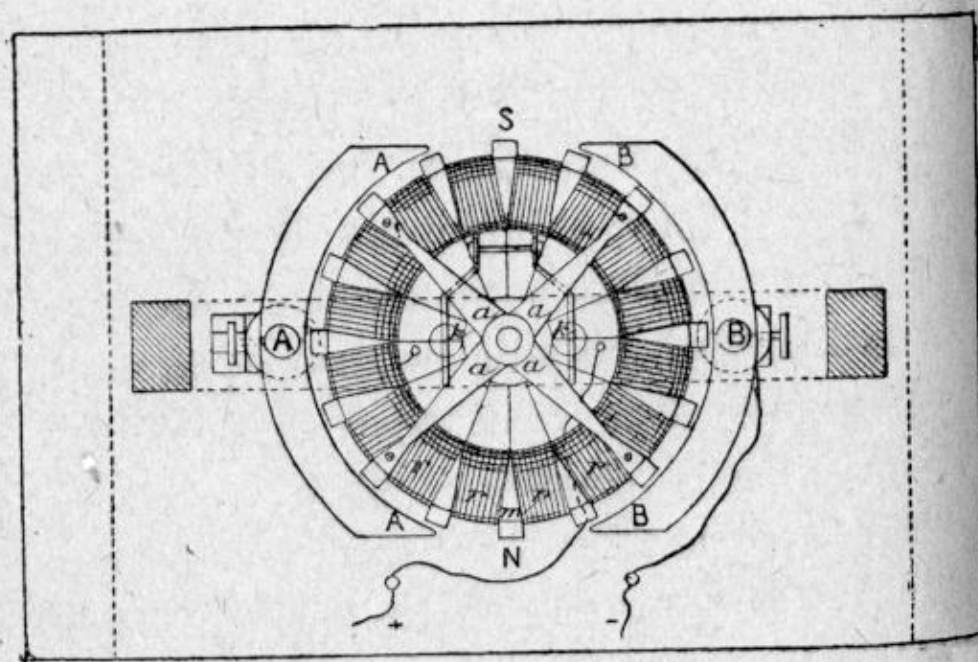


Figure 17. — Vue en Plan.

ma petite machine électro-magnétique, j'ai pris un anneau de fer tourné, pourvu de seize dents égales comme sur la figure 18. Cet anneau est soutenu par quatre bras ou rais en laiton  $a, a, a, a$ , (figure 17) qui le relient à l'axe de la machine. Entre les dents, de petits prismes rectangulaires en bois  $m$ , forment des creux dans lesquels s'enroule un fil de cuivre

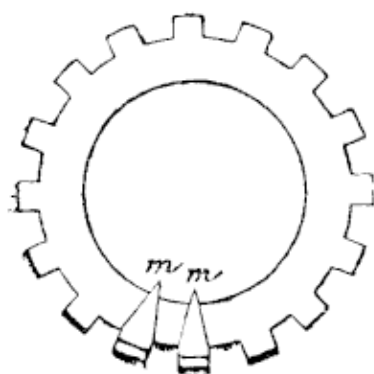


Figure 18.

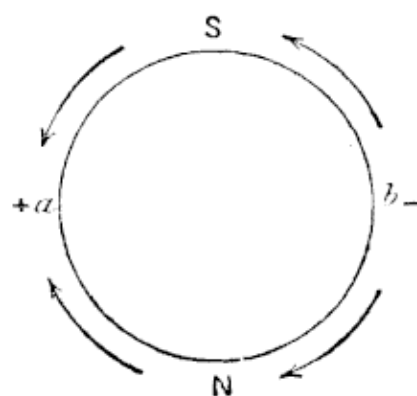


Figure 19.

Tracé théorique de la *Machine* PACINOTTI.

recouvert de soie. Cette disposition a pour but d'obtenir entre les dents de fer de la roue un isolement parfait des hélices ou bobines électro-dynamiques ainsi formées.

Dans toutes ces bobines, dont quelques-unes seulement, sur le dessin, sont désignées par la lettre  $r$  (figures 16 et 17) le fil est enroulé dans le même sens, et chacune d'elles est formée de 9 spires. Deux bobines consécutives, telles qu'e

*r r*, sont séparées l'une de l'autre par une dent de fer de la roue et par le petit prisme triangulaire en bois *m m*, (fig. 16, 17 et 18). » En quittant une bobine, pour construire la suivante, j'arrête le bout du fil de cuivre en le fixant au morceau de bois *m*, qui sépare les deux bobines.

Sur l'axe *M* (figure 16) portant la roue ainsi construite, j'ai groupé tous les fils, dont un bout forme la fin d'une bobine et l'autre le commencement de la bobine suivante, en les faisant passer par des trous pratiqués à cet effet dans un manchon ou collier en bois centré sur le même axe, et de là en les attachant au commutateur *c*, monté également sur l'axe *M*.

Ce commutateur consiste en une rondelle ou petit cylindre en bois, ayant aux bords de sa circonférence deux rangées de mortaises, dans lesquelles sont encastrés 16 morceaux de laiton, 8 dans les mortaises supérieures, 8 dans les mortaises inférieures, les premiers alternant avec les seconds, tous concentriques au cylindre de bois, sur lequel ils font légèrement saillie, et dont l'épaisseur sépare une rangée de l'autre.

Chacun de ces morceaux de laiton est sou-

de aux deux bouts du fil qui correspondent à deux bobines consécutives ; de sorte que toutes les bobines communiquent entre elles, chacune d'elles étant reliée à la suivante par un conducteur dont fait partie un des morceaux de laiton du commutateur. Si donc on met en communication avec les pôles d'une pile, deux de ces morceaux de laiton, au moyen de deux galets métalliques  $k, k$ , (fig. 16 et 17) le courant en se partageant parcourra l'hélice sur l'un et sur l'autre côté des points d'où partent les bouts de fils rattachés aux morceaux de laiton qui communiquent avec les galets, et les pôles magnétiques paraîtront dans le fer du cercle en N, S. Sur ces pôles N, S, agissent les pôles d'un électro-aimant fixe A B, qui déterminent la rotation de l'électro-aimant transversal autour de son axe M, attendu que dans l'électro-aimant transversal, quand il est en mouvement, les pôles se reproduisent toujours dans les positions fixes N, S, qui correspondent aux communications avec la pile.

L'électro-aimant fixe, comme le montrent les figures 16 et 17, se compose de deux cylindres en fer A B, reliés ensemble par une

traverse F, F, en fer, sur laquelle le cylindre B est fixé, tandis que le cylindre A est simplement retenu par une vis G qui permet de le faire glisser dans une rainure lorsqu'on veut approcher ou éloigner des dents de la roue les pôles des cylindres A et B. Le courant de la pile entrant par le rhéophore *h*, va, par un fil métallique, à la communication *b*, et de là, au galet *k*, circule dans toutes les bobines de la roue et revient par la communication *l* qui, au moyen d'un autre fil de cuivre, le fait passer dans l'hélice qui entoure le cylindre A. En sortant de cette dernière hélice, il passe dans celle du cylindre B et de là, par un autre fil de cuivre au second rhéophore *h*.

J'ai trouvé avantageux d'ajouter, aux deux pôles de l'électro-aimant fixe, deux armatures en fer doux A A, B B, chacune desquelles embrasse plus du tiers du cercle de la roue qui constitue l'électro-aimant transversal en les plaçant assez près des dents de cette roue et en maintenant leur écartement au moyen d'entretoises en laiton.

Ces armatures n'ont pas été représentées dans l'élévation (figure 16) de la machine, parce



qu'elles n'auraient pas permis de voir les bobines et les dents de la roue. La machine fonctionne également lors même que le courant ne passe que par l'électro-aimant circulaire, mais elle a beaucoup moins de force que lorsque le courant passe aussi par l'électro-aimant fixe.

J'ai fait des expériences pour me rendre compte du travail utile produit par la machine et dans la perte correspondante de la pile.

Ces expériences ont eu lieu comme suit : l'axe de la petite machine électro-magnétique portait une poulie Q Q (figure 16) sur laquelle passait une corde qui la mettait en communication avec une roue assez grande, qu'elle faisait tourner quand la machine électro-magnétique se mouvait. L'axe de cette roue était horizontal, et sur cet axe s'enroulait une corde qui soulevait un poids. A l'une des extrémités de cet axe était un frein chargé à un point tel, que le poids à soulever eût suffi à mettre en mouvement tout l'appareil y compris la petite machine électro-magnétique non parcourue par le courant.

Dans cette disposition, lorsque la machine fonctionne, le travail dépensé pour vaincre les

frottements est égal à celui employé pour soulever le poids, et pour connaître le rendement total de la machine électro-magnétique, il suffit de doubler celui obtenu en multipliant le poids attaché par la hauteur à laquelle il a été soulevé.

Après avoir ainsi évalué le travail mécanique produit par la machine, pour connaître la perte subie par la pile chargée de développer ce travail, j'avais introduit dans le circuit du courant un voltamètre à sulfate de cuivre, dont les plaques de cuivre étaient pesées avant et après l'expérience.

Voici les chiffres que j'ai obtenus dans une de ces expériences faites avec la petite machine à électro-aimant transversal :

Sa roue avait 13 centimètres de diamètre et elle était actionnée par une pile de 4 petits éléments de Bunsen. Elle souleva à une hauteur de 8 m. 66 un poids de 3 k. 2.812 en tenant compte des frottements ; de sorte qu'elle produisit un travail mécanique de  $8,66 \times 3,2812 = 28 \text{ kgm. } 415$ .

Le cuivre positif du voltamètre diminua de 0 gr. 224 ; le cuivre négatif augmenta de

0 gr. 234 de sorte qu'en moyenne le travail dans le voltamètre était représenté par 0 gr. 229. Ce nombre, multiplié par le rapport des équivalents du zinc et du cuivre, et par le nombre des éléments de la pile, donne pour le poids de zinc consommé 0 gr. 951. Par conséquent, pour produire un kilogrammètre de travail mécanique, il a été consommé dans la pile 33 milligrammes de zinc.

Dans une autre expérience, faite avec 5 éléments, il a été consommé 36 milligrammes par kilogrammètre.

Ces résultats, je le sais, ne placent pas le nouveau modèle notablement au-dessus des autres petites machines électro-magnétiques ; néanmoins ils ne me semblent pas trop mauvais, si l'on considère qu'ils ont été obtenus avec une machine très imparfaite et ayant des défauts de construction qui ne se rencontrent pas dans les autres machines de ce genre. Je dois faire remarquer, entre autres, que le commutateur est fait en laiton et mal monté sur l'axe, de manière que tous les contacts ne s'accomplissent pas toujours suffisamment bien.

Les raisons qui me déterminèrent à cons-

truire la petite machine électro-magnétique que je viens de décrire furent multiples.

1° Dans la disposition adoptée, le courant ne cesse jamais de circuler dans les hélices, et la machine ne se meut pas par une série d'impulsions qui se succèdent plus ou moins rapidement, mais par un couple de forces qui agissent continuellement.

2° La construction circulaire de l'aimant rotatif contribue, avec le mode précédent d'aimantation successive, à donner de la régularité au mouvement, et à avoir une moindre déperdition de force utile en chocs ou en frottements.

3° Dans cette machine, on ne cherche pas à obtenir que l'aimantation et la désaimantation du fer des électro-aimants, s'accomplisse instantanément, chose à laquelle s'opposent et les extra-courants et la force coercitive dont on ne peut jamais dépouiller complètement le fer, mais on demande seulement que chaque partie du fer de l'électro-aimant transversal, toujours soumis aux forces électro-dynamiques convenables, passe successivement par les divers degrés d'aimantation.

4° Les armatures assez étendues de l'électro-aimant fixe poursuivant leur action sur les dents de la roue magnétique, et embrassant un nombre assez grand de ces dents, ne cessent pas d'agir, tant qu'il reste du magnétisme sur les dents.

5° Les étincelles augmentent en nombre, mais diminuent d'intensité, attendu qu'il n'y a pas de forts extra-courants à l'ouverture du circuit, qui peut rester toujours fermé, mais seulement tandis que la machine fonctionne il y a un courant induit continu direct, en sens contraire du courant de la pile.

Il me semble, que ce qui peut augmenter la valeur de ce modèle, c'est la facilité qu'il offre de pouvoir transformer cette machine électromagnétique en magnéto-électrique à courant continu.

Si au lieu de l'électro-aimant A B (figures 16 et 17), il y avait un aimant permanent et que l'on fit tourner l'électro-aimant transversal, on aurait, en fait, une machine magnéto-électrique qui donnerait un courant induit continu, toujours dirigé dans le même sens.

Pour trouver la position la plus convenable

des rhéophores sur le commutateur, afin de mieux recueillir le courant induit, il suffit de remarquer que, par l'influence exercée sur l'électro-aimant mobile, les pôles opposés se forment à l'extrémité d'un diamètre vis-à-vis des pôles de l'aimant fixe.

Ces pôles N, S conservent une position fixe, même quand l'électro-aimant transversal tourne sur son axe. On peut donc soit par rapport au magnétisme, soit par rapport aux courants induits, considérer ou supposer que les bobines de fil de cuivre tournent enfilées sur l'aimant circulaire, celui-ci restant immobile.

Pour étudier les courants induits qui se développent sur ces bobines, examinons-en une dans les diverses positions qu'elle peut prendre.

Du pôle N (figure 19) allons vers le pôle S. Dans ce cas, il se développera dans la bobine un courant dirigé dans un certain sens, jusqu'à ce qu'elle soit arrivée au point du milieu  $a$  : à partir de ce point le courant prendra une direction inverse.

De S marchons vers N, jusqu'à ce que nous ayons atteint le point du milieu  $b$  ; les courants conserveront la même direction qu'ils avaient

entre  $a$  et  $S$  ; à partir de  $b$  ils changeront à nouveau de direction et reprendront celle qu'ils avaient entre  $N$  et  $a$ .

Or comme toutes les bobines communiquent entre elles, les forces électro-motrices d'une direction donnée s'additionneront et donneront au courant total la direction indiquée par les flèches dans la figure 16, et pour le recueillir, les positions les plus convenables pour les rhéophores sur le commutateur, seront  $a$  et  $b$ , qui se trouvent placés à angle droit avec la ligne des pôles de l'électro-aimant. Le courant induit change de direction en changeant le sens de la rotation. Et quant au commutateur, quand les rhéophores sont sur le diamètre correspondant à la ligne des pôles, dans quelque sens que tourne l'électro-aimant, ils ne recueillent aucun courant. A partir de cette position, si on les fait tourner d'un côté, on a un courant dirigé en sens contraire par rapport à celui que l'on obtiendrait en les déplaçant dans l'autre sens.

Pour faire développer un courant induit par la machine ainsi construite, j'ai approché de la roue magnétique les pôles opposés de deux

aimants permanents, ou j'ai magnétisé à l'aide d'un courant l'électro-aimant fixe qui s'y trouvait, et j'ai fait tourner sur son axe l'électro-aimant transversal. Tant dans le premier que dans le second cas, j'ai obtenu un courant induit toujours dirigé dans le même sens qui laissait voir à la boussole une certaine intensité, même après avoir traversé du sulfate de cuivre ou de l'eau acidulée par de l'acide sulfurique.

On comprend facilement que cette seconde méthode n'est pas pratique, mais qu'il est facile de mettre un aimant permanent à la place de l'aimant temporaire A A, B B : la machine magnéto-électrique qui en résultera aura alors l'avantage de donner des courants induits additionnés et tous dirigés dans le même sens, sans nécessiter l'emploi d'organes mécaniques qui les séparent des courants opposés, ou qui les fassent concourir tous ensemble.

Ce modèle montre de plus comment la machine électro-magnétique est réciproque à la machine magnéto-électrique, puisque dans la première, le courant électrique, qui a été introduit par les rhéophores *l l'*, en circulation dans les bobines permet d'obtenir le mouve-



ment de la roue et son travail mécanique, tandis que, dans la seconde on emploie un travail mécanique pour faire tourner la roue et obtenir, par l'effet de l'aimant permanent, un courant qui circule dans les bobines, pour se transporter aux rhéophores  $l$   $l'$  et de là être amené dans le corps sur lequel il doit agir.

**Fin du discours du professeur Govi.**

Nous ferons maintenant de même qu'en commençant : nous terminerons par la péroraison du discours du professeur Govi.

« Voilà, Messieurs, tout ce que j'avais à  
« vous dire, relativement à la machine de  
« M. PACINOTTI.

« Évidemment, elle n'est pas un grand ins-  
« trument, elle n'est qu'un petit modèle ; mais  
« si l'on doit juger de l'importance et de la  
« valeur d'une invention, non pas d'après les  
« dimensions de l'appareil par lequel on l'a  
« réalisée tout d'abord, mais d'après la gran-  
« deur des résultats qu'elle a produits, je vois  
« que la *petite Machine* de M. PACINOTTI peut  
« bien être regardée comme une *grande In-*  
« *vention*, qui méritait d'être tirée de l'oubli  
« où la modestie de son auteur l'avait laissée  
« jusqu'ici. »

**La Priorité de Pacinotti**, au point de vue de l'invention de la *Machine dynamo* transformable en *Moteur électrique*, et réciproquement, ne fait aujourd'hui de doute pour personne, et l'Administration de l'*Exposition internationale d'Électricité de 1881* l'a sanctionnée en attribuant à PACINOTTI un *Grand prix*, pour l'*Invention de la Machine dynamo-électrique à Courants continus*. Ceux qui vinrent ensuite ne furent que ses imitateurs, à qui reste le mérite d'avoir lancé industriellement la belle découverte du savant italien.

**La Transmission électrique de la Force**, clairement indiquée à la fin du mémoire que l'on vient de lire, avait été réalisée en 1871, par ALFRED NIAUDET, le savant électricien, neveu de LOUIS BREGUET, mort prématurément en 1883. M. JULES GARNIER, dans une lettre adressée au président de la Société de l'*Industrie minière de Saint-Étienne*, et lue par M. CHANSELLE, à la séance du 4 Février 1893, a le premier annoncé ce fait.

« Vers la fin de 1871, écrit-il, me trouvant  
« aux ateliers de la *Maison Breguet*, M. NIAU-  
« DET-BREGUET attira mon attention sur un fait

« singulier qu'il venait de constater : il avait  
« mis par hasard en communication deux ma-  
« chines dynamos dont l'une était en mou-  
« vement, et, à sa grande surprise, la seconde se  
« mit à tourner. »

Les nombreux amis de NIAUDET vinrent, à cette époque défiler, dans cette même pièce où j'écris aujourd'hui, et qui fut le bureau d'ALFRED NIAUDET : c'étaient des savants, des ingénieurs, des constructeurs, soit résidant à Paris, soit seulement de passage. Il n'était pas rare d'y rencontrer WEATHSTONE, JAMIN, VARLEY, BRANLEY, sir WILLIAM THOMSON, MASCART, PREECE, MAREY, etc...

ALFRED NIAUDET, aussitôt après l'exécution des premières petites *Machines à anneau*, de démonstration, renouvela maintes fois, au milieu de ces visiteurs d'élite, qui tous rendaient justice à son mérite, la mémorable expérience qui vient d'être décrite.

Il prenait deux machines, les réunissait par un fil nu assez fin, et dès qu'on faisait tourner l'une des machines, l'autre se mettait en marche : mais, au fur et à mesure que le conducteur s'échauffait, cette dernière marchait

plus lentement, puis, enfin s'arrêtait, quand il rougissait.

Niaudet, ne cachait rien à ses amis de ses études personnelles, et leur faisait part, sans défiance, des nouveautés qu'il pouvait apprendre, son zèle scientifique l'entraînant même quelquefois au-delà des limites qu'il eût été plus avisé de ne pas dépasser.

**Le nom d'Alfred Niaudet** peut donc être ajouté après celui de PACINOTTI, pour compléter l'énumération des savants et des inventeurs aux travaux de qui est due la réalisation première de la *Transmission électrique de la Force*, sur laquelle sont basées toutes les applications de l'Énergie électrique à la production du Travail sous toutes ses formes, et, en particulier, à la Motion des *Véhicules automobiles*.



## CHAPITRE VII

### *Bicycles et Motocycles électriques*

Nous n'avons pas à revenir sur ce qui a été dit au chapitre VIII de notre *troisième Étude* (Voitures à pétrole), concernant l'à propos ou l'utilité des *Bicyclettes à Moteur inanimé*.

**La Bicyclette électrique**, en particulier nous paraît, plus encore que la Bicyclette à pétrole sans emploi d'ordre général; mais nous verrons plus loin qu'elle est susceptible d'une utilisation très spéciale, et même assez importante, pour laquelle le Véhicule à pétrole semble présenter des inconvénients inhérents à sa constitution même.

**Le premier Motocycle électrique**, paraît avoir été construit et expérimenté par A. DAVIDSON, en 1842, à Édimbourg : du moins, si l'on en croit un article de *l'Edimburg evening Journal* de la même époque, qui en donne la description sommaire que l'on va lire.

« La voiture légère est supportée par qua-

tre roues de trois pieds de diamètre chacune (91 centimètres) ; sa longueur est de 4 yards sur 2 yards (3 m. 60 sur 1 m. 80). Elle est mue par le moyen de huit puissants électro-aimants, actionnés par des piles disposées sur le plancher du véhicule, les deux essieux étant actionnés simultanément, chacun par 4 électro-aimants. »

« Sur chacun des deux essieux, il y a un cylindre en bois sur lequel sont fixées trois barres de fer équidistantes, s'étendant d'une extrémité à l'autre du cylindre. Sur chaque côté du cylindre, et reposant sur celui-ci, se trouvent deux puissants électro-aimants. Quand la première barre a passé devant deux de ces aimants, le courant galvanique est conduit aux deux autres aimants. Ils attirent la seconde barre jusqu'à ce qu'elle soit en face d'eux. Le courant est alors interrompu et conduit aux deux autres aimants ».

Le même journal décrit également le commutateur à chaque extrémité des essieux, il y a un petit cylindre en bois dont une moitié est recouverte de cuivre, tandis que l'autre moitié est divisée en segments alternatifs en

cuivre et bois (3 en bois et 3 en cuivre). L'une des extrémités du fil qui entoure les quatre électro-aimants est en contact avec l'un de ces cylindres, sur la partie divisée en cuivre et bois ; l'autre extrémité du fil s'appuie de la même manière sur l'autre cylindre. Les extrémités du conducteur, à travers lequel circule le courant moteur, s'appuient de leur côté sur les moitiés non divisées des deux cylindres, etc... »

Ce véhicule, qui offrait cette particularité d'avoir deux essieux moteurs, aurait à cette époque été vu assez fréquemment dans les rues d'Édimbourg, puis l'on n'en entendit plus parler.

La première application de l'électricité à la motion d'un Motocycle, qui paraisse établie d'une façon authentique serait, dès lors, celle que réalisa M. TROUVÉ au mois d'avril 1881.

Nous en trouvons une description succincte dans le *Journal Officiel*, du 20 avril 1881, page 2145.

« M. G. Trouvé, y écrit M. HENRI DE PARVILLE, vient de faire marcher électriquement un vélocipède. Il a installé de chaque côté d'un tricycle anglais un peu lourd (55 kilogr.) un

des petits moteurs électriques qu'il construit. Chaque moteur est attelé à la manivelle et la fait tourner. »

« L'électricité est enfermée à l'arrière dans une pile secondaire. On en accumule assez pour faire face à une dépense d'au moins une heure. Un ami de M. Trouvé a essayé sur le bitume de la rue de Valois le nouveau vélocipède. Il a parcouru la rue à plusieurs reprises, à la vitesse d'une bonne voiture de place. »

« Le poids total du véhicule, le cavalier compris, s'élevait à 160 kilogr. et la force effective produite par les deux moteurs correspondait à 7 kilogrammètres. »

« L'expérience a duré près d'une heure et demie. Évidemment ce n'est qu'un commencement, mais un commencement qui promet. Du moment où l'on pourra accumuler une provision d'électricité relativement grande sous un poids relativement réduit, on aura ouvert un vaste champ d'exploitation aux applications électriques. »

M. TROUVÉ lui-même, m'écrivait, en 1895 :  
« J'ai fait un certain nombre de ces tricycles électriques (45 à 50) avec une pile primaire ou



des accumulateurs, qui m'ont donné d'excellents résultats ».

« Mais, contrairement à ce que tout le monde croit, ce mode de locomotion de haute fantaisie laisse à désirer sous le rapport du confortable, et le conducteur ne tarde pas à s'apercevoir d'un refroidissement progressif, principalement aux articulations des genoux ; c'est pour parer à cet inconvénient que j'ai laissé les pédales, afin d'en user à volonté pour franchir les côtes les plus rapides, et pour s'entretenir la souplesse des jambes. »

« Tous mes tricycles comportent un système moteur inamovible qui peut s'adapter sur n'importe quel appareil : ils appartiennent, dès lors, comme mes bateaux, à tous les systèmes. C'est pour cela que je n'en ai fait dessiner aucun ».

« Mes voitures électriques, du genre des petites charrettes anglaises, sont actionnées par deux moteurs de mon système, de chacun trois quarts de cheval ; les piles ou les accumulateurs sont placés dans une sorte de civière suspendue sous le véhicule, lequel constitue une Voiturette à trois roues, dont deux motrices et la troisième directrice. »

**Le Motocycle Libbey**, représenté par la figure 20, et qui a été breveté il y a peu de temps, par un inventeur américain, semblerait avoir quelque analogie avec certains Tricycles électriques de M. TROUVÉ, présentant, comme ceux-ci cette particularité, d'avoir deux roues directrices F, à l'arrière, entre lesquelles est placé le siège S, et une seule roue motrice à l'avant

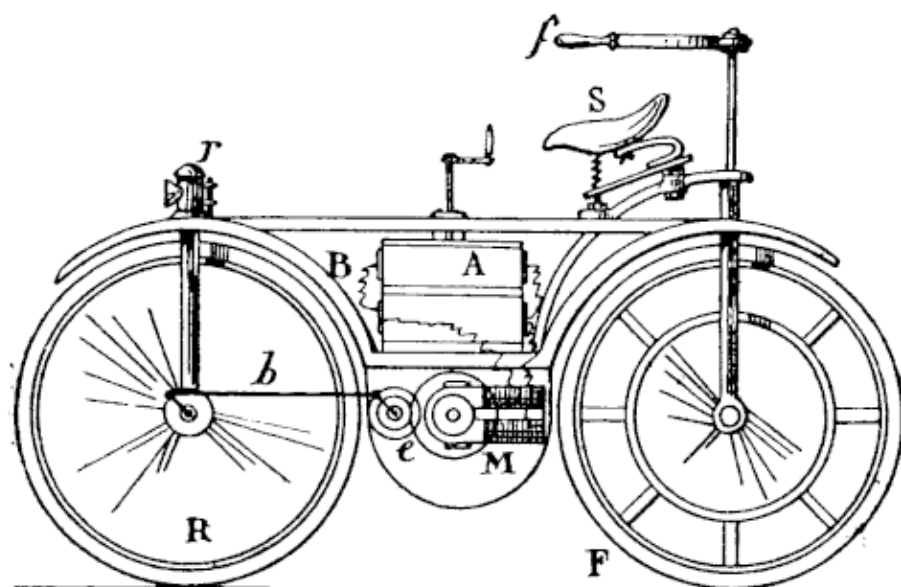


Figure 20. — Motocycle LIBBEY.

R, surmontée d'une lanterne électrique *r*.

Un bâti B, infléchi dans sa partie médiane, supporte une batterie d'accumulateurs A, et un petit électro-moteur M, qui actionne, par l'intermédiaire d'un engrenage retardateur *e*, une manivelle dont la bielle *b*, transmet la rotation à l'axe de la roue d'avant-motrice R.

Le conducteur, assis en S, dans le guidon cintré derrière lui, a dans chaque main une de ses poignées *f*, de sorte qu'il manœuvre un peu à la façon du barreur assis à l'arrière d'un canot et tenant les poignées des tire-veille.

**Bicyclette électrique Pingault.** — M. RENÉ ARNOUX a présenté à la *Société internationale des Électriciens*, dans la séance du 4 décembre 1895, la *Bicyclette à moteur électrique* imaginée par M. PINGAULT, et construite par M. G. RICHARD, dans le but d'améliorer les conditions générales de l'entraînement dans les courses sur piste.

Le Vélocipède d'Entraînement électrique est en effet indiqué, de préférence au Motocycle à pétrole dont l'échappement doit (du moins l'on peut le croire) gêner le coureur qui est collé derrière (1).

De plus, le seul inconvénient sérieux des Véhicules électriques, c'est-à-dire la nécessité

(1) Cette incommodité, cependant, n'a pas été un obstacle pour GASTON RIVIERRE, le gagnant de la course Paris-Bordeaux (16 mai 1897), durant la dernière partie de laquelle il a été entraîné par l'Automobile à Pétrole de M. DE KNYFF.

de recharger ou de changer les accumulateurs, disparaît sur un Vélodrome, où les Véhicules d'entraînement peuvent être tenus prêts, en nombre suffisant, pour que les entraîneurs en puissent changer aussi souvent qu'il est nécessaire.

**La Bicyclette Pingault** du modèle ordinaire, est actionnée à la fois par l'homme, à l'aide d'une commande à chaîne et pédales, développant environ 7 mètres, et par deux Moteurs électriques montés sur le même arbre, de chaque côté de la roue d'arrière, et commandant une poulie en bois qui agit directement sur le pneumatique pour l'entraîner.

Ce dispositif ingénieux permet de donner une grande vitesse angulaire aux moteurs, tout en réduisant au minimum les pertes dues à la transmission ainsi réduite à sa plus simple expression.

Les moteurs sont alimentés par trois batteries d'accumulateurs portées par des boîtes en ébonite placées dans le cadre, entre les jambes du cycliste et couplées à volonté, suivant la vitesse à réaliser, par le moyen d'un Commutateur monté sur la poignée de droite

du guidon, qui peut facilement tourner autour de son axe de façon à obtenir les contacts correspondant à chaque couplage.

Les accumulateurs fournissent jusqu'à 25 watts par kilogramme de poids total : la plus grande vitesse obtenue a été de 72 kilomètres à l'heure pendant quelques minutes ; mais, la bicyclette, aidée par le coureur, qui produit 10 pour 100 environ de la puissance totale, roule facilement à une vitesse moyenne de 50 kilomètres à l'heure.

Le poids de la machine en ordre de marche est d'environ 75 kilogrammes, dont 13 pour la bicyclette, 38 pour les accumulateurs et 24 pour les moteurs, le commutateur et les accessoires : les accumulateurs peuvent débiter 1.500 watts pendant une heure ou 900 watts pendant quatre heures, soit près de deux chevaux d'une façon, et 1 cheval et  $\frac{1}{4}$ , de l'autre.

**Le Tandem électrique d'Entraînement** combiné ensuite par M. PINGAULT, encouragé par le succès de sa Bicyclette, a fait son apparition sur la piste du Vélodrome Buffalo au mois d'août 1896.

Ce premier modèle monté avec un cadre

Humber ordinaire présentait à l'intérieur de ce dernier, entre les jambes des entraîneurs, trois boîtes fermées contenant les accumulateurs, destinés à actionner le Moteur électrique attaché au tube inférieur du cadre et vers son milieu.

L'apparition de ce remarquable engin, au milieu des Triplettes et Quintuplettes regardées jusque-là comme le *nec plus ultra* de l'Entraînement, fut tout d'abord mal vue des Entraîneurs, qui n'hésitèrent pas un instant à qualifier de *Bassinoires* les trois boîtes hermétiques à énergie, et ne lui ménagèrent pas l'expression de leur mépris... « un simple Tandem, prétendre dégommer les quintuplettes, allons donc !... »

Mais, la Machine aux *trois Bassinoires*, à peine entrée dans son action, fila... fila, à une allure stupéfiante, distançant les meilleures équipes. Que faire, en effet, contre un Moteur électrique qui peut produire ses trois chevaux heure, et aidé encore par les jambes de deux coureurs de choix, qui n'éprouvent, du reste, qu'une fatigue relative, étant entraînés eux-mêmes par le moteur.

**Tandem Clovis Clerc et Pingault.** — L'appareil ainsi combiné par M. PINGAULT a été perfectionné encore avec le concours de M. CLOVIS CLERC, et amené à une forme que l'on peut considérer comme définitive : le nombre des boîtes à accumulateurs a été porté à quatre, placées dans un cadre Humber légèrement modifié pour la circonstance, et l'Électro-moteur M, est placé plus à l'arrière (figure 21).

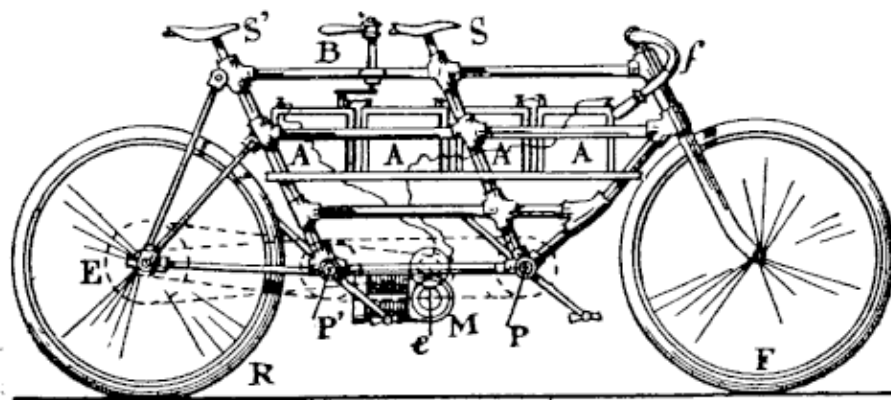


Figure 21. — Tandem CLOVIS CLERC et PINGAULT.

Les appareils accessoires sont organisés de telle sorte que l'équipier de l'avant S, n'ait à s'occuper que de la direction  $f$ , agissant sur la roue d'avant F, tandis que celui d'arrière S', tient en main, au lieu du guidon ordinaire, un système de poignées B, qui constituent le manipulateur avec lequel il peut augmenter ou di-

minuer l'intensité du courant fourni à la Dynamo, et au besoin, produire l'arrêt.

Les quatre boîtes des accumulateurs A, ne donnent pas mauvais aspect à l'appareil, et semblent quatre petites valises nullement volumineuses. Le Moteur M, fixé sur le tube horizontal du bas fait tourner un pignon *e*, en cuir vert comprimé (*système* PIAT) qui engrène avec une roue retardatrice donnant, par une chaîne, le mouvement à une couronne dentée calée sur l'axe pédalier d'arrière P'; une autre chaîne relie les deux axes pédaliers P et P', et une troisième couronne dentée, actionne, par une troisième chaîne la roue E, qui fait tourner la roue d'arrière motrice R.

Les quatre accumulateurs peuvent, durant une heure, fournir un courant de 70 à 80 ampères avec un potentiel de 35 volts, soit 2800 watts, ou près de 4 chevaux.

Les essais qui ont été faits pour la première fois le 29 mai dernier, au Vélodrome de la Seine, avec les frères JALLU, ont prouvé que l'allure de 60 kilomètres à l'heure pouvait être facilement soutenue, avec une vitesse en quelque sorte uniforme.



La Triplette électrique Darracq. — De la Bicyclette au Tandem il n'y avait qu'un pas ou plutôt... une selle... une selle encore et nous voilà à la Triplette.

DISTANCES		TEMPS		RECORDS DU MONDE	
Tours de piste	Kilomètres	de la <i>Triplette</i> Darracq m. s.	du <i>Tandem</i> Pingault m. s.	Temps m. s.	Noms des Débiteurs
1	1/2	29 1/5	29 2/5	30 1/5	JOHNSON
2	1	59	57 4/5	1 1 3/5	BARDEN
4	2	1 58	1 58	2 24 3/5	d°
6	3	2 57 2/5	2 58 2/5	3 35 1/5	PONSCARME
8	4	3 55 3/5	3 58	4 47 4/5	T. LINTON
10	5	4 55 4/5	4 58 1/5	5 44 3/5	BARDEN
12	6	5 55	5 58 1/5	7 9 4/5	T. LINTON
14	7	6 55 2/5	6 59	8 25 2/5	d°
16	8	7 55	7 59 4/5	9 3 3/5	d°
18	9	8 55 1/5	9	10 50 3/5	d°
20	10	9 54 3/5	10 0 3/5	11 32 1/5	
22	11	10 57	11 1 3/5		
22	12	11 57 4/5	12 3		
26	13	12 59			
28	14	14 1			
30	15	15 2 3/5			

Cette selle de renfort nous a été donnée par M. DARRACQ, dont la *Triplette électrique d'Entraînement* a été essayée le vendredi 4 juin, au Vélodrome de la Seine, par MM. DEMESTEN,

DENEAU et VONIN, et sa vitesse a été supérieure encore à celle du Tandem de M. PINGAULT, ainsi que le montre le tableau de la page précédente.

On voit, que s'il s'était trouvé un homme capable de coller à la *Triplette* DARRACQ, tous les records eurent été battus. Avec cette machine, on est certain de faire donner à un homme *toute sa valeur* : elle est capable de décoller n'importe quel coureur *au train*, méthodiquement.

On conçoit quel élément nouveau et puissant un pareil engin introduit dans les Courses de longue haleine sur piste : une ou deux équipes pour 50 kilomètres, et quatre ou cinq pour 24 heures, ce qui va mettre à la retraite bon nombre d'entraîneurs. Quant aux courses sur routes, l'entraînement électrique leur serait également applicable, à condition d'établir d'avance les relais de Vélocipèdes électriques devant se remplacer, après épuisement des accumulateurs.



## CHAPITRE VIII

### *Véhicules automobiles électriques*

**de M. N-J. Raffard.**

Le 18 avril 1881, alors que l'invention de M. CAMILLE FAURE datait de quelques mois à peine, M. N-J. RAFFARD, ingénieur de la *Société la Force et la Lumière*, porteur d'une lettre de M. PHILIPPART, rendait visite au Directeur de la *Compagnie générale des Omnibus de Paris*, M. BERTHIER. (1)

Cette lettre priait ce dernier de vouloir bien mettre à la disposition de la *Société* une de ses voitures, pour être transformée en *Omnibus Automobile*, actionné par des Accumulateurs.

M. RAFFARD, accueilli de la façon la plus parfaite, portait son choix, séance tenante, sur une voiture de tramway de 50 places type, Louvre-Charenton, la plus grande voiture construite jusqu'alors : elle était à peine terminée.

(1) N° 139258, CAMILLE FAURE, du 10 octobre 1880, pour : *Perfectionnements aux batteries galvaniques*.

Un Tricycle électrique était, à la même époque, établi par M. RAFFARD, en modifiant un Tricycle sociable acheté en Angleterre à la maison R. HICKMAN, de Wolverhampton, afin que les ingénieurs pussent juger *de visu* de la réalisation pratique de ses projets.

Cet appareil était muni de douze petits *Accumulateurs Faure* actionnant un moteur électrique de la force de 7 kilogrammètres, construit par ALFRED NIAUBET, le mécanisme pesant en tout 80 kilogrammes.

Il fut essayé le 25 avril, dans la *cour pavée* du laboratoire provisoire de M. CAMILLE FAURE, 19, avenue des Ternes, devant M. MARSILLON, ingénieur de la Compagnie des Omnibus, qui s'en montra très satisfait.

Le 30 avril une lettre de la Compagnie des Omnibus promettait à M. Philippart de lui donner la semaine suivante, la voiture désignée, et une autre lettre, du 9 mai, informait M. RAFFARD que le Tramcar lui serait livré le lendemain, contre un reçu de lui, indiquant qu'il était neuf et en parfait état.

*La Compagnie générale des Omnibus*, en prêtant son Véhicule, imposait la condition de

n'y rien changer, défendant surtout de faire des entailles, si petites qu'elles soient, aux essieux ou aux roues. Elle insistait sur les exigences de la Préfecture de Police, qui n'autoriserait jamais la circulation, dans Paris, d'un véhicule qui ne serait pas absolument Automobile et dirigeable dans tous les sens.

**Le Tramcar électrique** devait donc, à volonté, marcher en avant ou en arrière, virer à gauche ou à droite et tourner complètement dans un cercle de cinq mètres de rayon. Il devait dérailler facilement pour laisser passer une voiture venant en sens inverse ou bien dans le cas d'un encombrement de la voie, rouler sur le sol ordinaire de la rue autant qu'il était nécessaire, puis reprendre la voie sans difficulté.

M. RAFFARD installa le mécanisme nécessaire sans enfreindre une seule de ces défenses, et avec une habileté telle que, lorsque le travail fut terminé, la voiture avait à peine changé d'aspect.

La dynamo M, fut placée à l'arrière (ainsi que l'indiquent les figures 22 et 23) au-dessous du plancher : les bossages des supports des res-

sorts fournirent un appui suffisant aux tourillons de l'arbre intermédiaire  $a$ , portant les pignons de chaîne  $p$ , et transmettant le mouvement aux deux roues de l'essieu d'arrière par deux chaînes-Galle : les couronnes dentées  $P$ ,  $P'$ , recevant ces dernières, étaient fixées sur les rais au moyen de brides légères, sans un seul coup de lime.

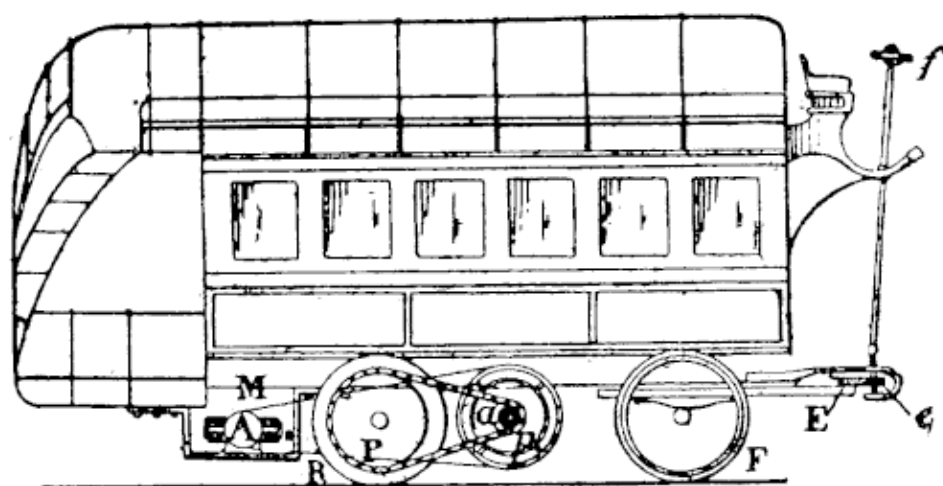


Figure 22. — Premier Omnibus électrique N-J. RAFFARD

Ce mécanisme improvisé, remplissant exactement toutes les conditions imposées permettait le passage dans les courbes de cinq mètres de rayon, avec la même facilité qu'en ligne droite : à cet effet, le mouvement différentiel de la poulie  $B$ , répartissait également l'effort sur les deux roues motrices  $R$  et  $R'$ , quelle que fût la

différence de vitesse de ces deux roues ; dispositif également utile en ligne droite, parce que les roues de ces véhicules n'ont jamais exactement le même diamètre, et que les rainures des rails étant souvent pleines de sable, l'une des roues tourne alors sur le boudin, tandis que l'autre porte sur le bandage.

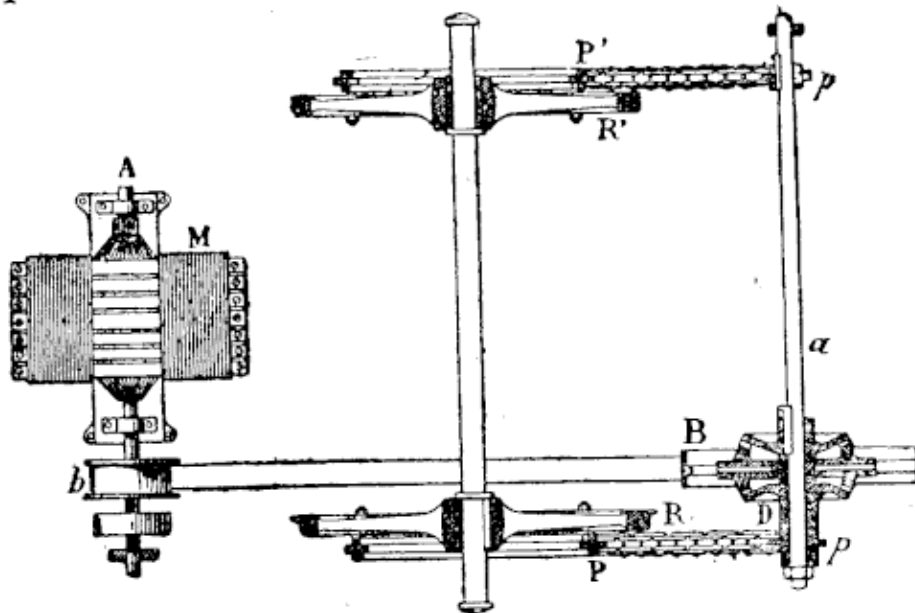


Figure 23. — Plan du mécanisme de transmission.

L'avant-train n'avait subi aucun changement, restant mobile autour de la cheville-ouvrière, et dirigé par le cocher qui, au lieu de tenir les rênes, manœuvrait un petit volant *f*, dont l'axe, passant entre ses jambes, portait un pignon *e*, qui engrenait avec une crémaillère circulaire en fer forgé *E*, dont le centre était

sur l'axe de la cheville ouvrière, de façon à orienter les roues d'avant F F'.

Sous les banquettes étaient placés 17 à 1800 kilogrammes d'accumulateurs : la batterie avait un potentiel de 120 volts, et, avec un courant de 40 ampères, la dynamo pouvait produire environ 350 kilogrammètres par seconde. Sur l'axe A, de la dynamo M, une poulie de 20 centimètres *b*, commandait, au moyen d'une courroie de 9 centimètres de largeur, la poulie B, de l'arbre intermédiaire *a*, qui, à son tour, transmettait le mouvement aux deux roues motrices R et R' ; le rapport des vitesses était de 25 à 1 entre la dynamo et les roues motrices, qui avaient un mètre de diamètre, environ.

Par l'heureux groupement de ces diverses dispositions d'une simplicité extrême, dont aucune, il est vrai, n'était particulièrement nouvelle, le problème de la Traction électrique automobile, au moyen des Accumulateurs, se trouva résolu d'une manière complète, car ce Tramcar marchait en avant et en arrière et évoluait avec la même facilité, si non plus, que s'il avait été tiré par des chevaux.



Cette installation fut rapidement poussée, chez M. BERTHIER, fabricant de machines à coudre, rue de Montreuil. M. DESCHODT, à cette époque contre-maître de ces ateliers (qui demeure actuellement 102, rue des Orteaux, à Paris) nous exprimait encore, ces jours derniers, son admiration pour la façon rapide et sûre dont ces travaux furent menés, dans un délai très bref, car le 25 mai, avait lieu l'essai du premier *Véhicule Automobile*.

Ce même jour, à 5 heures du matin, il sortit de la cour des ateliers de la rue de Montreuil, descendit cette rue et vint se placer sur la voie ferrée du boulevard Voltaire sans aucune difficulté; il dérailla, pendant son trajet sur le cours de Vincennes, pour laisser passer un tramcar traîné par des chevaux qui venait en sens contraire, et reprit facilement voie; puis, après avoir fonctionné à peu près une heure et demie à la vitesse de huit kilomètres environ, il revint au point de départ, dans la cour de l'atelier, par la seule action du travail de la dynamo.

Ces expériences se poursuivirent tous les deux jours avec le même succès, depuis le 25

mai 1881 jusqu'au 16 juin : ce jour-là M. RAFFARD ayant été obligé de s'absenter pour un deuil de famille, il survint un léger accident à la dynamo, que l'on confia alors à un constructeur spécial, afin qu'elle pût être réparée avant *l'Exposition Internationale d'Électricité*, qui s'ouvrit le 10 août, car, la *Société de la Force et la Lumière* tenait à profiter de *l'Exposition Internationale d'Électricité* pour renouveler ses expériences de *Traction automobile* : sir WILLIAM THOMSON (lord KELVIN) l'y engageait fortement, car l'illustre savant, au rebours de certains physiciens de l'époque, *croyait* à l'Avenir des Accumulateurs électriques.

Malheureusement, quand l'Exposition ouvrit ses portes, la dynamo n'était pas prête et, lorsqu'elle fut prête, une erreur de comptabilité, fut cause que le constructeur fit présenter à la *Société*, sous prétexte de compte arriéré, une facture de fournitures à un autre client.

Ce différend fut rapidement arrangé par un expert choisi amiablement par les parties, lequel donna pleinement raison à la *Société*, qui reçut alors sa dynamo *parfaitement réparée*, avec les excuses du Constructeur. Mais, l'Ex-

*position était fermée*, et c'est ainsi que l'on perdit l'occasion de remporter une victoire pacifique sur une grande Maison de construction allemande.

L'Omnibus électrique de M. Raffard, fut, néanmoins, le *premier Véhicule automobile* actionné par le moyen d'Accumulateurs alimentant une Machine dynamo, et ce fut, aussi, le premier Véhicule automobile mû par l'électricité, de n'importe quelle manière, qui fonctionna d'une façon absolument satisfaisante.

Dans aucun pays, en effet, on ne vit avant cette époque un Véhicule portant 50 voyageurs actionné par l'Énergie électrique, se mouvoir librement *sur Route et sur Rails*.

A l'Exposition d'Électricité, le chemin de fer électrique, qui allait *de la place de la Concorde au Palais de l'Industrie*, ne fut prêt à fonctionner qu'en octobre, après un échec et de longs tâtonnements, c'est-à-dire quatre mois plus tard que les expériences que nous venons de décrire.

Le Chemin de fer électrique installé circulairement à l'Exposition de Berlin en 1880, (de même que celui de l'Exposition de Bruxelles)

n'avait rien de pratique, et n'était qu'une amplification des joujoux électriques que l'on voit dans les montres des marchands d'objets de physique amusante (1).

La date des Expériences de M. Raffard est établie d'une manière irréfutable par les permis de la *Préfecture de Police*, les lettres des Ingénieurs de la *Compagnie générale des Omnibus*, des télégrammes portant les cachets de l'administration des Postes, et par les récits qu'en firent les journaux du temps, notamment *le Figaro* du 2 Juin 1881 et *Le Petit Journal* du 7 du même mois. D'autre part, M. le Colonel LAUSSEDAT, l'éminent directeur du *Conservatoire national des Arts et Métiers*, toujours si soucieux de la gloire industrielle française, a bien voulu recueillir, à titre de documents histori-

(1) La voie électrique de Berlin était même dangereuse : c'est pourquoi l'on avait dû l'établir dans un parterre de gazon, où toute circulation était rigoureusement interdite. En effet, le courant, envoyé par un rail central en saillie, revenait par les rails porteurs écartés seulement de 60 centimètres ; et, rien n'était plus facile et en même temps plus dangereux, que de poser un pied sur l'un de ceux-ci et l'autre sur le rail central.

ques, la photographie du Tramcar électrique ainsi que la minute des pièces établissant la date rigoureuse de ces expériences.

M. RAFFARD, dès que sa Voiture lui fut rendue, poursuivit ses expériences dans les rues de Paris avec le même mécanisme, mais avec un Moteur beaucoup plus léger, et d'allure plus lente quoique d'égale force : c'était une Dynamo à tambour, type D<sub>2</sub> de SIEMENS, pesant 240 kilogrammes seulement, et, à mesure que les Accumulateurs faisaient des progrès, on allait plus vite et plus loin.

**Les Expériences de Roubaix, Bruxelles et Londres**, que de puissantes compagnies se préparaient à faire avec des mécanismes très perfectionnés, en se promettant d'obtenir des résultats bien supérieurs à ceux réalisés à Paris, furent cause que M. RAFFARD et ses collaborateurs se tinrent alors, quelque peu sur l'expectative.

Mais lorsqu'après bien des mois d'attente, ces essais eurent enfin lieu, les résultats qu'ils donnèrent furent partout manifestement inférieurs à ceux qui avaient été obtenus chez nous *près de deux années auparavant*, et surtout, bien au-dessous de ceux réalisés en Juin 1883.

On vit, en effet à cette époque, le Tramcar de M. RAFFARD, muni d'accumulateurs FAURE-SELLON-VOLCKMAR, parcourir toutes les voies ferrées parisiennes, en y effectuant des évolutions et des manœuvres étonnantes : déraillant, et marchant à volonté sur le pavé et le macadam.

Plusieurs fois même, (avec une seule charge d'électricité), il fit la route de la *place du Trône à Versailles* aller et retour, ce qui équivaut à plus de 47 kilomètres. Il faut reconnaître que l'on n'a, même aujourd'hui, rien fait de mieux : le véhicule pesait en ordre de marche, y compris ses voyageurs, plus de 11 tonnes :

Accumulateurs.....	3.000 kil.
Moteurs et transmission.....	2.300 —
Voiture.....	3.500 —
Voyageurs.....	2.500 —
<i>Total</i> .....	<u>11.500 kil.</u>

De juin à novembre 1883, les accumulateurs à lames cloisonnées se comportèrent très bien et n'exigèrent que peu de réparations.

Ces expériences furent jugées, par les ingénieurs, tellement satisfaisantes, que la *Compagnie générale des Omnibus* fit un traité avec

M. PHILIPPART pour l'exploitation électrique de plusieurs lignes de tramway dans la banlieue.

Mais, sous la pression des partisans acharnés de la traction animale, fut convoquée une *Assemblée générale extraordinaire* qui annula, d'autorité, les contrats que la Compagnie avait passés avec M. PHILIPPART. Le prétexte fut que le fonctionnement du mécanisme électrique incommoderait les voyageurs (1).

**Locomotive électrique à Grande vitesse.** — Néanmoins, M. RAFFARD, enhardi par les succès de son *Tramcar automobile*, entreprit l'étude d'un engin *construit spécialement en vue de la Locomotion électrique* à grande vitesse sur les voies ferrées, conception qui, bien que pouvant alors paraître prématurée, est devenue une actualité à laquelle ne convient déjà plus le nom de *Locomotive de l'avenir* que lui a donné son auteur. Cette locomotive exigeait en effet l'emploi de moteurs électriques à allure lente, pouvant développer plus de 100 chevaux, alors qu'en 1881 et 1882 on n'avait pu trouver, pour actionner le tramcar automobile, que la *dyna-*

(1) Ce mécanisme a été breveté le 8 juin 1883, sous le n° 156.187 au nom de M. RAFFARD et de la *Société*.

mo *Siemens* type D<sup>2</sup>, produisant tout au plus 5 chevaux à 800 tours par minute, les dynamos d'égale force des autres constructeurs étant beaucoup plus lourdes et tournant trop vite (près de 2000 tours).

Mais la construction des dynamos a pris, depuis lors, un très rapide essor, surtout à l'Étranger, car nos constructeurs, trop timides, se sont quelque temps laissés entraver dans leurs efforts par l'existence d'un brevet qui était, de fait, tombé dans le domaine public, depuis que le jury de l'*Exposition Internationale d'Électricité*, avait reconnu PACINOTTI pour l'*Inventeur* de la dynamo à courants continus. Du reste, ce retard, si préjudiciable à nos intérêts et à notre gloire industrielle, est maintenant réparé, et il n'y a plus de limite à la puissance de nos dynamos.

Les figures 24 à 28 représentent l'agencement de la locomotive à grande vitesse, de M. RAFFARD, que l'on pouvait croire chimérique au moment où il en déposa le brevet, mais qui est devenu, depuis lors, parfaitement réalisable à telles enseignes qu'il fut contrefait en Allemagne, en Angleterre, et aux États-Unis.



Il fut même, dans ce dernier pays, l'objet d'un procès retentissant, qui assura à la *Compagnie Thomson-Houston* seule, le privilège des brevets qu'elle réclama et obtint pour M. RAFFARD premier et seul inventeur qui, à la fin de l'année dernière, a encore touché les droits qui lui étaient dûs sur les quatre locomotives à quatre essieux, construites par la *Général Electric Company*, de Schenectady, et mises en service par la *Baltimore and Ohio Railway Company* (1).

La Locomotive électrique Raffard est une machine à plusieurs essieux moteurs dont les roues R, R' et R'', ont des diamètres différents, afin que les dynamos qui les actionnent, chacun séparément, aient des vitesses angulaires différentes, ce qui permet, selon les difficultés plus ou moins grandes de la voie, de mettre en circuit celle des dynamos dont l'allure correspond

(1) *Brevet français* du 10 septembre 1883, n° 157.466. *Brevet américain*, 527,126, THOMSON-HOUSTON, 10 mai 1893 : il a fait tomber, aux États-Unis tous les brevets similaires tels que SIEMENS et HASKLE (1891), SHORT (1892), HOLLINGWORTH (1892), FERRANTI, SPERRY, etc..., qui n'étaient que des contrefaçons du dispositif de M. RAFFARD.

le mieux au *maximum* de rendement de l'énergie électrique (figure 24).

L'induit D, à enroulement PACINOTTI, est calé sur un tube T, tournant dans des paliers solidaires du châssis S, de la locomotive (figure 26). Les flasques, de la dynamo multipolaire

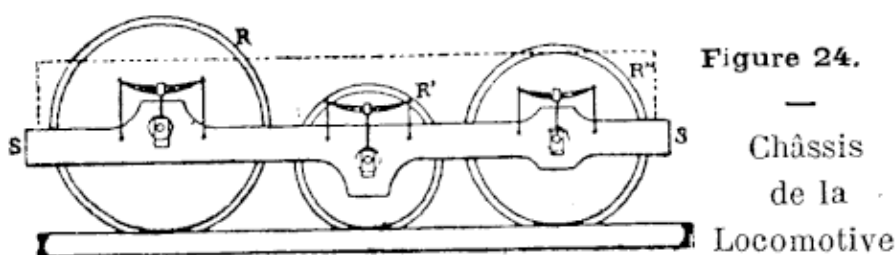


Figure 24.

—  
Châssis  
de la  
Locomotive

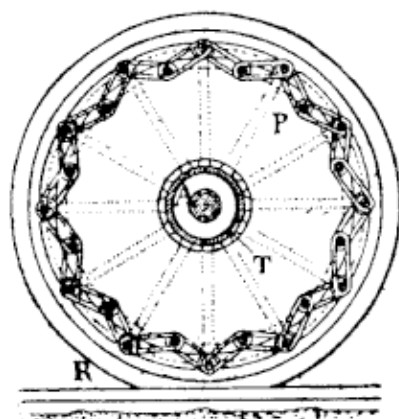


Figure 25.

Locomotive électrique RAFFARD, à grande vitesse.

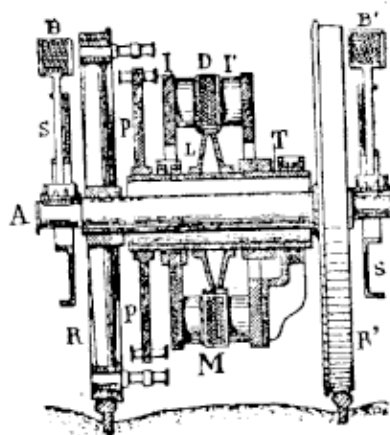


Figure 26

M, sont reliées d'autre part au châssis S, de la locomotive, de façon à être solidaires des paliers du tube T, et des noyaux des électro-aimants inducteurs I, I'. Le tube T, porte la lanterne L, sur laquelle est monté l'induit D, et le collecteur, où les frotteurs amènent le

courant fourni par les accumulateurs portés par la locomotive ou par une source extérieure, le retour s'opérant par les rails.

Les essieux moteurs passent librement dans ces tubes, et sont actionnés directement par l'*Accouplement élastique* RAFFARD, figure 25.

Les ressorts BB', qui, à la manière ordinaire supportent le châssis S, de la locomotive, sont réglés de manière à ce que l'axe des tubes coïncide avec la position moyenne des essieux : le jeu annulaire entre les tubes et les essieux est alors plus que suffisant pour permettre les déplacements verticaux que ces essieux prennent, par suite des imperfections de la voie.

L'accouplement élastique est formé par des liens en opposition, afin de réduire au *minimum* le jeu angulaire au départ et lors du renversement de la dynamo (figure 25) : ils peuvent être remplacés par des bielles rigides, et le plateau d'accouplement P, par un croisillon dont les bras seraient des ressorts de voiture.

Le frottement du tube dans ses paliers peut aussi être réduit au *minimum*, en le faisant tourner entre des galets ou dans des gorges garnies de billes.

Enfin, pour diminuer les vibrations des essieux moteurs et aussi pour empêcher que l'essieu ne vienne cogner à l'intérieur du tube T, M. RAFFARD place, dans l'espace annulaire compris entre le tube T et l'essieu A, une bague, en caoutchouc, qui repose sur une cosse o, libre de tourner sur l'essieu, figure 27.

**Locomotives électriques de Baltimore.** — Les trains de la ligne de Baltimore allant vers le Nord étaient obligés de faire un long détour,

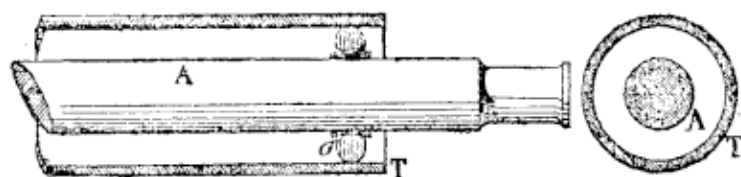


Figure 27. — Disposition de l'Essieu. — Figure 28.

pour traverser, hors de Baltimore, sur des ferry-boats, la rivière de Patapsco.

Cette condition, défavorable au public et à la Compagnie, fit que celle-ci demanda et obtint la permission de construire un tunnel sous la ville, à la condition de ne pas employer de locomotive à fumée : de là l'idée de la traction au moyen de Locomotives électriques.

Le trajet à effectuer est de 5 kilomètres avec des rampes de 8 à 15 millimètres, et le poids des trains varie de 500 à 12.000 tonnes, avec

une vitesse moyenne de 24 kilomètres à l'heure pour les trains de marchandises et de 50 kilomètres pour ceux de voyageurs.

La Locomotive électrique comprend deux trucks, portant chacun deux dynamos motrices (une pour chaque essieu), et reliés entre eux par une articulation verticale qui leur permet d'épouser la forme de la voie.

Les dynamos sont disposées sur leurs essieux ainsi que nous venons de le décrire : chacune d'elle est à six pôles et absorbe un courant de 900 ampères sous 300 volts, pour développer 360 chevaux : c'est donc un rendement de 40 pour 100. Comme il y a quatre dynamos semblables par machine cela donne pour chaque locomotive un total de 1440 chevaux.

Une petite dynamo indépendante commande un compresseur d'air pour actionner les sifflets et les freins.

La station génératrice du courant renferme quatre générateurs d'électricité d'une puissance de 500 kilowatts chacun, reliés à des machines Compound horizontales tournant à 100 tours par minute.

Le contact avec le conducteur métallique

aérien, qui a la forme d'une coulisse ou rigole, est obtenu au moyen d'une sorte de navette en fer fixée à un support flexible assujéti au toit de la locomotive. Ce support ou trolley peut se contracter ou s'allonger, suivant les hauteurs, et peut se pencher d'un côté ou de l'autre, suivant le déplacement latéral de la locomotive par rapport au conducteur aérien.

Dimensions principales de la locomotive :

Poids total . . . . .	96 tonnes.
Nombre de dynamos motrices .	4
Nombre des roues . . . . .	8
Effort de traction au démarrage.	27.500 k.
Puissance de traction normale.	20.000 »
Écartement des essieux. . . . .	2,80 <sup>m</sup>
Diamètres des roues. . . . .	1,57
Longueur totale . . . . .	10,67
Largeur totale . . . . .	2,90
Hauteur totale . . . . .	4,34

Cette puissante installation donne, depuis deux ans qu'elle fonctionne, toute satisfaction à la Compagnie du *Baltimore-Ohio Railway*, ainsi qu'à la ville de Baltimore : elle a fait définitivement entrer la traction électrique dans le domaine de la pratique courante.

Nous ajouterons que M. RAFFARD, à part les Véhicules électriques, pour lesquels sa priorité et sa réussite ne sont pas contestables, a inventé ou perfectionné un grand nombre de machines ou appareils remarquables qui lui ont valu le **prix de Mécanique de la Fondation Montyon**, décerné par l'*Académie des Sciences*, dans sa séance du 19 décembre 1893, sur le rapport des Commissaires spéciaux, MM : BOUSSINESQ, LÉAUTÉ, RÉSAL, SARRAU, et MAURICE LÉVY, (rapporteur), pour *l'ensemble de ses inventions, et particulièrement, pour sa Balance dynamométrique et son Accouplement élastique, qui rendent de grands services à l'industrie.*

La **Balance dynamométrique** est un frein équilibré, basé sur les mêmes principes que le *frein* CARPENTIER, qui remplace avec avantage le *Frein* de PRONY, particulièrement lorsqu'il s'agit d'arbres tournant à grande vitesse.

C'est au moyen de la Balance dynamométrique que M. RAFFARD put se rendre compte du travail restitué par les accumulateurs actionnant la *Dynamo* SIEMENS *type D<sup>2</sup>*, et, par conséquent, déterminer le poids d'accumulateurs, et le nombre d'éléments nécessaires pour

opérer la traction de l'*Omnibus automobile* de 50 places, pour un parcours déterminé, et sur diverses rampes.

L'Accouplement élastique, dont nous avons vu l'emploi page 140 (figure 25), résoud ce problème difficile, de relier deux arbres en prolongement géométrique, à l'aide de liens élastiques de façon à atténuer presque complètement la transmission des effets vibratoires de l'un à l'autre.

Ce mode d'Attelage a rendu, en particulier, de très grands services pour établir la connexion des dynamos, soit avec la machine à vapeur qui les actionne, soit avec les mécanismes mus électriquement.

Certes, le *Prix Montyon* ne pouvait être mieux attribué qu'à ce travailleur aussi modeste qu'ingénieux, et doué d'un soin pratique accompli.





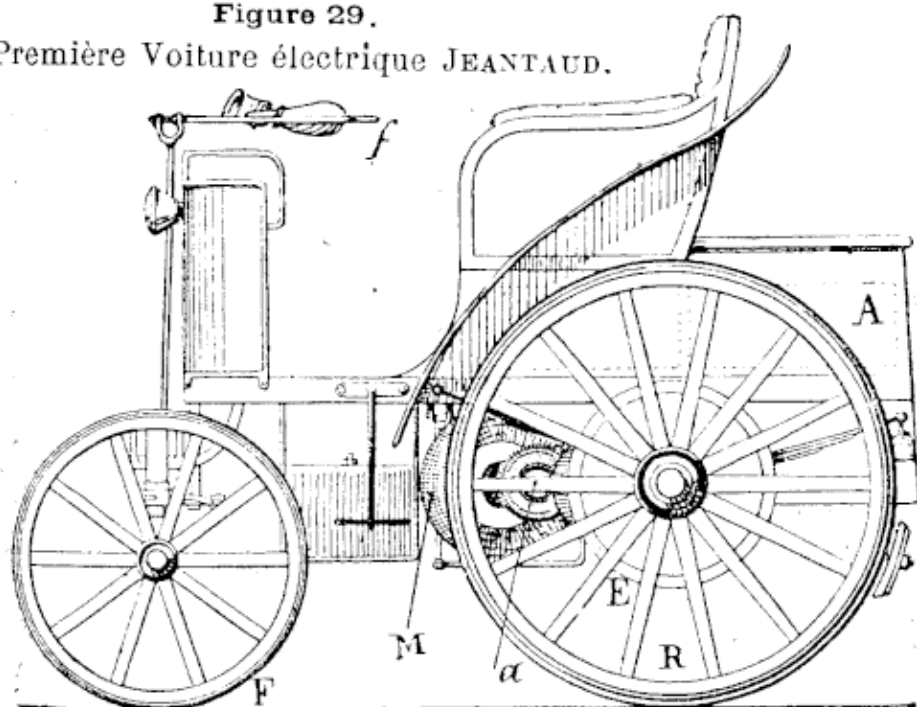
## CHAPITRE IX

### *Les Voitures de M. Charles Jeantaud.*

M. Charles Jeantaud est, après M. RAFFARD, le plus ancien et le plus acharné des travailleurs de l'*Automobilisme électrique*.

Figure 29.

Première Voiture électrique JEANTAUD.



La première Voiture de M. Jeantaud, fut construite en 1881, après la réussite complète des essais de M. RAFFARD. M. REYNIER et M. FAURE en étudièrent la disposition avec M. JEANTAUD: c'était une sorte de tilbury léger à deux places

(figure 29) actionné par une *machine Gramme*, qui avait figuré à l'*Exposition internationale d'électricité* de 1881.

Les Accumulateurs, du premier type de FAURE, étaient placés dans le coffre A, et la dynamo en M; la transmission s'effectuait de son arbre à l'essieu, par l'intermédiaire de l'arbre *a* et de la roue d'engrenage E, fixée directement aux rais de la Roue d'arrière motrice, R, de sorte que le mécanisme n'était pas suspendu; mais la dynamo était suspendue à la caisse par un ressort, de façon à osciller autour de l'essieu d'arrière, sur lequel elle s'appuyait.

Les deux Roues étaient commandées chacune de leur côté, un différentiel étant placé sur l'arbre intermédiaire. La direction des Roues d'avant F, s'obtenait au moyen de l'essieu brisé *type* JEANTAUD, dont les pivots étaient actionnés par un levier *f*.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur cette Voiture : à peine sortie de la rue du Pont-aux-Choux, où étaient alors les ateliers de M. JEANTAUD, après avoir parcouru quelques centaines de mètres, un court circuit se forma qui tua complètement les accumulateurs, et

M. JEANTAUD n'alla pas plus loin ce jour-là.

En 1887, la même Voiture fut rééquipée avec un moteur IMMISCH construit en Angleterre, ainsi que les *Accumulateurs Faure-Sellon-Volckmar* qui l'actionnaient.

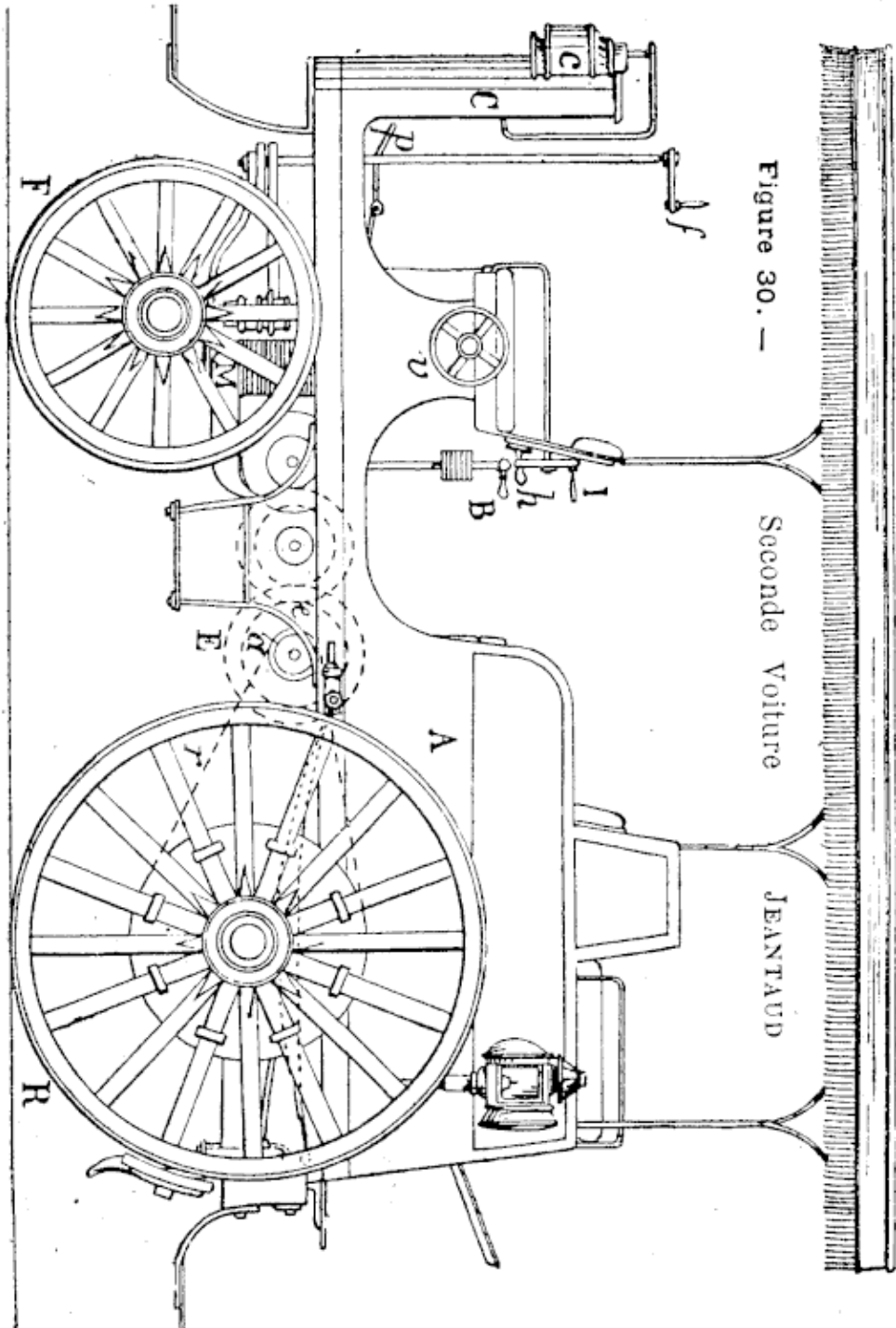
La Voiture, semblable comme aspect extérieur à celle représentée par la figure 29, alla des Champs-Élysées à Courbevoie : mais elle avait, en arrivant, ses accumulateurs complètement hors de service.

En 1893, cette Voiture fut de nouveau rééquipée avec une dynamo de THURY de Genève, actionnée par des *Accumulateurs THOMMASI* (Fulmen).

Elle pesait en ordre de marche 1170 kilogr. répartis comme suit :

Accumulateurs.....	420 kil.
Moteur et transmission.....	195 »
Voiture.....	405 »
Voyageurs.....	150 »
<i>Total</i> .....	<u>1170 kil.</u>

Les accumulateurs pesaient chacun 20 kilogrammes, dont un tiers pour le liquide, et les boîtes en celluloïd étaient au nombre de 21.



Cette Voiture, que M. JEANTAUD possède toujours, et qui est passée à l'état de Véhicule à expériences, parcourut alors sans accroc une distance de 30 kilomètres à une vitesse moyenne de 20 kilomètres à l'heure.

Cette date marque une étape dans les travaux de M. JEANTAUD : il était arrivé à ses fins ; mais de ses observations étaient résultés le plan et les dispositions d'un Véhicule nouveau et mieux agencé, celui qui devait être engagé dans la course de Paris Bordeaux, sous le n° 25.

La Voiture Jeantaud n° 25, nous paraît constituer le modèle le plus réussi des *Véhicules automobiles électriques pour Routes*, qui ait été construit jusqu'à présent : elle est représentée en élévation latérale par la figure 30.

Le distingué carrossier s'est attaché à lui donner non pas des formes se rapprochant de celles des voitures attelées, mais de celles d'une Voiture automobile ne blessant pas l'œil, et faisant supporter le manque de chevaux. Elle offre un siège à deux places à l'avant et deux banquettes dos à dos à l'arrière ; l'avant est garni d'un grand garde-crotte demi-circulaire C, avec une lanterne électrique à trois feux c.

Un coffre, sous les places d'arrière, est ménagé pour recevoir la batterie d'accumulateurs A. Les roues sont en bois d'hickory : celles de devant F, ont 1 mètre de diamètre et celles de l'arrière-train R, 1 m. 40. Les charges qu'elles sont appelées à supporter sont réparties proportionnellement aux rayons ; c'est-à-dire 900 kilogrammes devant et 1.300 derrière, soit, en totalité, 2.200 kilogrammes.

L'avant-train, à deux pivots, donne une direction très douce et très sûre, au moyen du guidon *f*, les pièces qui le composent, par suite d'une disposition nouvelle, travaillant toutes à la traction.

La suspension, à l'avant, est assurée par deux ressorts droits, réunis en leur milieu, et placés transversalement sous la caisse qu'ils supportent d'une part, en reposant, d'autre part, sur l'entretoise auprès des pivots.

Cette disposition procure une très grande élasticité de suspension en même temps qu'elle adoucit la traction. En effet, quand une des roues rencontre un obstacle, elle n'est pas obligée de soulever toute la partie du véhicule qu'elle supporte, le châssis oscille autour du

point central de l'attache des ressorts, la charge se reporte sur l'autre roue et l'obstacle est ainsi franchi sans à-coup.

Le châssis ou bâti de la caisse est tout entier en acier plat soudé, se présentant de champ sous la charge qu'il a à supporter.

Les essieux ont des fusées de 45 millimètres devant et 55 millimètres derrière. A la suite d'un accident au départ de Paris, le jour de la course, l'essieu de derrière, forcé dans la partie droite, a chauffé pendant tout le temps du parcours, au point de nécessiter des arrêts toutes les heures, pour le refroidissement et le graissage. A l'arrivée, au démontage, on constata que la fusée et la boîte de cet essieu étaient fortement grippées. C'est à ce vulgaire accident qu'a été dû le retard de la Voiture électrique dans le parcours Paris-Bordeaux.

Les organes d'arrêt se composent d'un frein instantané obtenu par un enroulement sur les moyeux, qui est actionné par une pédale coupe-circuit *p*, placée sous le pied du conducteur, et d'un frein progressif manœuvré à l'aide de deux volants *v*, placés de chaque côté du siège de conduite ; enfin une servante,

pour le cas de rupture des chaînes dans les rampes, complète les appareils d'arrêt qui donnent une sécurité absolue dans la marche et la conduite de la voiture.

**Le Mécanisme** comporte un arbre intermédiaire *a*, portant le différentiel, et actionnant les roues R, au moyen de deux chaînes *r*. Sur le différentiel sont placées deux couronnes E et *e*, portant des dentures chevronnées qui permettent d'obtenir des vitesses de 12 et 24 kilomètres au régime normal du moteur.

Un *embrayage magnétique* DE BOVET devait opérer le changement de marche ; mais, la construction de cet appareil étant plus longue que M. JEANTAUD ne l'avait espéré, il a dû, au dernier moment, le remplacer par un embrayage ordinaire.

**Le Moteur M**, a été conçu et exécuté par M. RECHNIEWSKI ingénieur en chef de la *Société Postel-Vinay*. Les résultats remarquables qu'il a donnés aussi bien aux essais au frein que pendant la longue épreuve des 600 kilomètres qu'il a fournis sans une défaillance, le placent au-dessus de tout ce qui a été fait jusqu'ici. Son rendement, grâce à sa remar-



quable souplesse, a pu dépasser 90 pour cent.

Voici du reste, à titre de renseignement, les rendements trouvés au Moteur pendant les essais de réception.

Puissance développée.		Rendement.
Couples	Chevaux.	industriel, p. 100.
1	2,4	0,680
2	4,6	0,890
3	6,5	0,925
4	8	0,915
5	6,3	0,900
6	10,4	0,890



Robuste, d'une construction soignée et relativement légère, il est établi pour donner à son régime normal sous une tension de 70 volts une puissance de près de 7 chevaux, correspondant à une intensité de 70 ampères environ. C'est en effet ce que nécessite la traction de la voiture à la vitesse de 24 kilomètres en palier : son poids est de 225 kilogrammes.

L'élasticité de ce Moteur est telle qu'on peut lui demander, sans que son rendement s'en trouve sensiblement diminué ni son bon fonctionnement compromis, de vigoureux coups de

collier pour franchir les rampes ; il développe aisément dans ces conditions, sans aucun échauffement de ses organes et sans une étincelle aux balais, une puissance de quatorze à quinze chevaux, soit plus que le double de celle prévue. L'épreuve a été maintes fois répétée, pendant la montée à grande vitesse de quelques-unes des fortes rampes du parcours sur Paris-Bordeaux.

Spécialement en vue de la course, les appareils électriques avaient été disposés pour être manœuvrés par une personne placée sur le second siège, de façon que le conducteur, à l'avant, n'eut à s'occuper que de la direction.

M. C. BRAULT, administrateur délégué de la *Société de l'Accumulateur Fulmen*, qui s'est occupé spécialement de la partie électrique de la Voiture, manœuvrait les appareils qui se composaient : d'un Réducteur à sept plots à volant B, permettant différents groupages ; d'un Inverseur de courant I, donnant la marche avant et arrière, et enfin d'une ingénieuse disposition électrique de régulateur de marche et de frein progressif ou instantané *h*, que le parcours au profil si varié de Paris à Bordeaux a

permis d'expérimenter, de compléter et de mettre au point. Ce dispositif, aujourd'hui breveté, deviendra l'organe essentiel et obligatoire de tout Véhicule électrique, dont il permet de faire varier à l'infini les allures.

**La Batterie d'accumulateurs.** — Qui fournit l'énergie au moteur se compose de 38 éléments du type C<sup>21</sup> de la Société l'*Accumulateur Fulmen*, répartis en douze boîtes de trois et quatre compartiments. Chaque élément, du poids de 15 kilogrammes, présente au régime ordinaire de décharge en 10 heures, une capacité de plus de 300 ampères-heures.

Au débit de 70 ampères correspondant à un régime de près de 5 ampères par kilogramme de plaques, la capacité de la batterie est encore de 210 ampères-heures au minimum et permet, par suite, de marcher 3 heures à la vitesse de 24 kilomètres en palier et sur bonne route.

Le débit de 70 ampères a d'ailleurs été fréquemment dépassé et souvent doublé. Les accumulateurs ont même eu à subir des coups de collier de 200 ampères, d'une durée appréciable, sans que l'abaissement du voltage conservât un caractère de permanence quelconque.

Il faut encore noter que malgré ces débits à des régimes énormes, malgré les voyages répétés en chemin de fer de certaines batteries qui sont revenues à Paris se faire recharger et ont été réexpédiées à Bordeaux, malgré les transbordements hâtifs, les agitations, etc., aucune trace d'altération si minime qu'elle soit ne s'est manifestée sur les plaques *Fulmen*.

Le changement des boîtes aux stations nécessitait un arrêt de dix minutes, les connexions s'établissant automatiquement à l'aide de ressorts contre lesquels les boîtes, garnies de plaques métalliques, venaient buter.

**Les Conducteurs de la Voiture** étaient MM. JEANTAUD, HENRI MENIER, LE CESNE, MAURICE BRAULT et PELECIER. La partie électrique a été confiée, tour à tour, à MM. CAMILLE BRAULT, BERTIFORT, RECHNIEWSKI et KRIEGER. Des témoignages de sympathie se sont manifestés dans toutes les villes que la Voiture électrique a traversées et, c'est couverte de fleurs, qu'elle est arrivée à Bordeaux.

Ce n'est qu'au mois de mars seulement (trois mois avant la course) que les constructions de la voiture, du moteur et des accumulateurs ont

été commencées. Ce court délai n'a permis qu'un seul essai de la voiture avant de l'amener à l'exposition du Champ-de-Mars le 6 juin et sauf l'échauffement continu de l'essieu, aucune des pièces de la Voiture, du Mécanisme du Moteur ni des Accumulateurs n'a donné lieu à la plus légère réparation pendant le parcours des 600 kilomètres accomplis par la Voiture, ainsi qu'on a pu le constater à son retour.

En construisant cette Voiture et en l'inscrivant dans la course Paris-Bordeaux M. JEANTAUD et M. BRAULT, son distingué collaborateur, avaient beaucoup moins pour but de gagner un prix quelconque que d'affirmer par une démonstration absolue, et certainement la première, que la *Traction électrique* était prête à entrer dans le domaine pratique. On peut dire que cette démonstration est faite aujourd'hui, puisque du premier coup, sans pour ainsi dire d'essai préalable, sans tâtonnements, la Voiture qu'ils ont construite a accompli, avec des relais répartis sur une grande route, un parcours de 600 kilomètres. Combien, après cette expérience, la solution de la traction électrique dans les villes paraît simple et approchée.

Figure 31

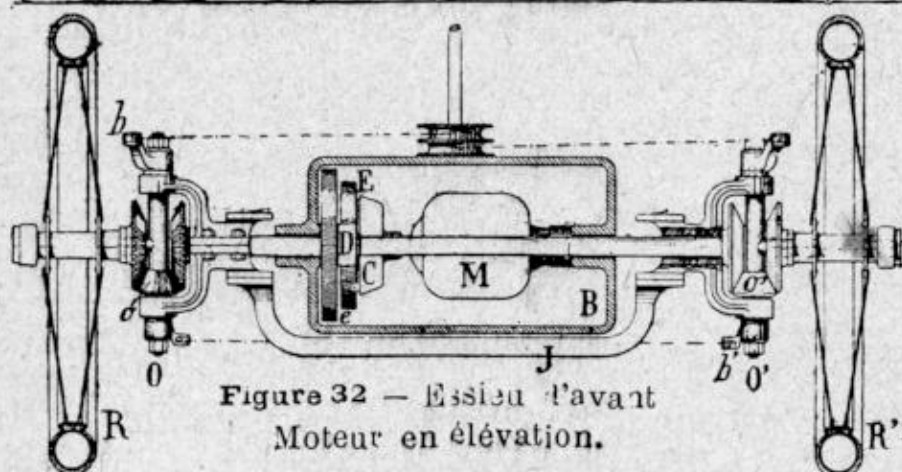
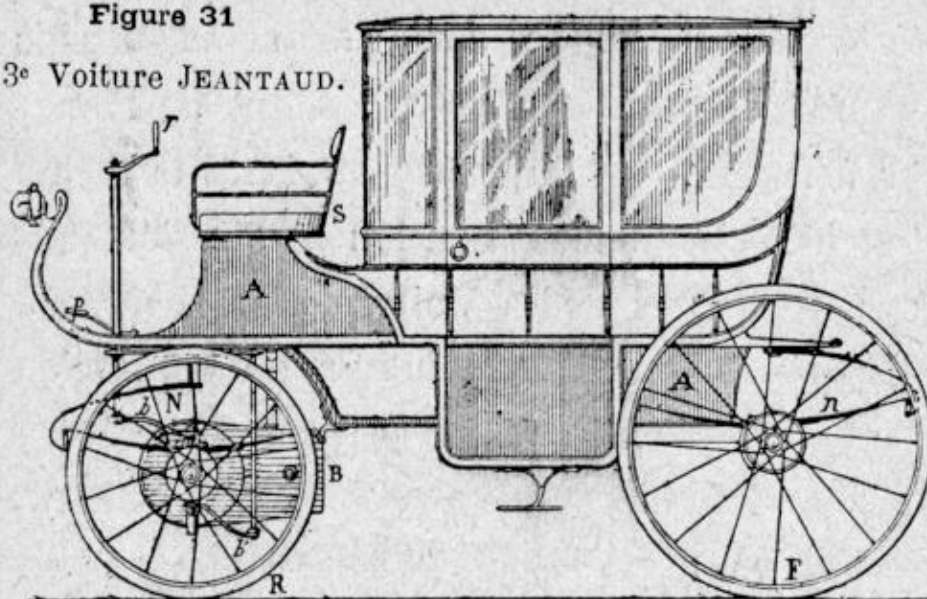
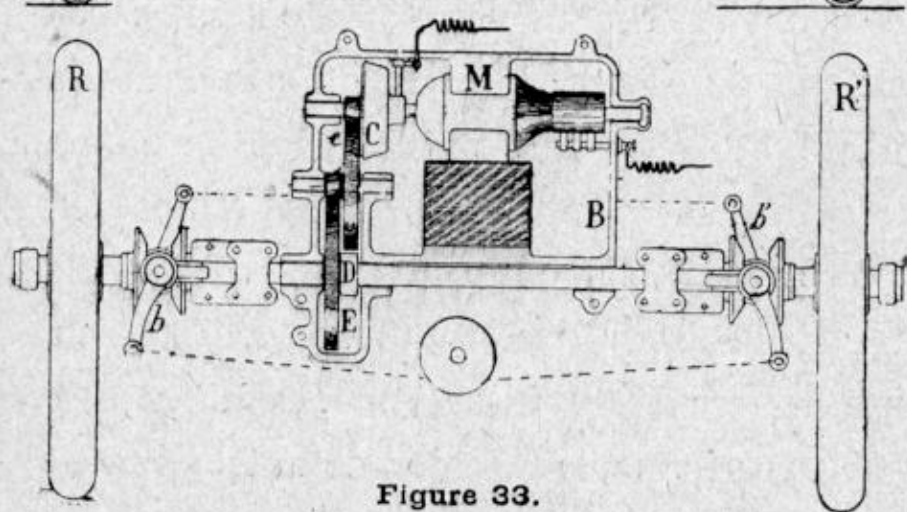
3<sup>e</sup> Voiture JEANTAUD.Figure 32 — Essieu d'avant  
Moteur en élévation.

Figure 33.

Vue de l'Essieu d'avant Moteur, en plan.

La troisième Voiture de M. Jeantaud est due à ce que cet éminent constructeur, qui, peut-être entre nous tous, est le plus apte à traiter d'ensemble la Question automobile, parce qu'il est à la fois Ingénieur, Carrossier et Électricien, s'est enfin persuadé qu'il n'y avait qu'un procédé pratique, rationnel et sûr d'opérer la motion d'un *Véhicule automobile* : le *traîner* par l'essieu d'avant Moteur et Directeur, au lieu de le *pousser* par l'essieu d'arrière. La figure 31 en donne l'élévation latérale, et les figures 32 et 33 sont des vues de l'essieu d'avant.

C'est une sorte de grand coupé fermé, à quatre places avec, sur le devant, un siège S, pour le conducteur. La caisse, en tôle d'aluminium, est établie sur un châssis d'acier qui repose sur les essieux, par l'intermédiaire des ressorts N et n. Sous les banquettes sont disposés deux coffres A, pour contenir les accumulateurs fournis par la *Société de l'Accumulateur Fulmen* (type oméga).

Le Moteur M, est renfermé dans une boîte B, portée à l'avant de la voiture, au-dessous de laquelle passe l'essieu brisé ordinaire J, du *type JEANTAUD* à deux pivots O et O'.

Le mécanisme consiste d'abord en un embrayage magnétique C, puis dans un système d'engrenages retardateurs *e* E, ce dernier engrenage étant calé sur la boîte du différentiel D, placé sur l'essieu J. Le mouvement est communiqué de part et d'autre à chacun des moyeux des roues d'avant motrices F, F', par des systèmes symétriques d'engrenages d'angle, dans lesquels les pignons *o* et *o'* sont fous sur les pivots O et O'. Ceux-ci sont manœuvrés au moyen de biellettes *b* et *b'*, mises en mouvement depuis le siège, au moyen du guidon *f*.

Les coussinets des engrenages d'angle du train d'avant sont tous montés à billes, de même que les fusées des roues F F', et que les coussinets de la dynamo RECHNIEWSKI, M.

La manœuvre se fera comme dans la voiture de Paris-Bordeaux, au moyen du réducteur à sept plots, d'un inverseur de courants et du régulateur électrique de marche de l'invention de M. BRAULT; puis le freinage, automatiquement avant et arrière, au moyen de la pédale *p*.

M. JEANTAUD espère, avec cette Voiture accomplir un parcours de 60 kilomètres en terrain varié, sans être obligé de changer les



Accumulateurs. Le poids total réduit auquel il est arrivé est de 1415 kilogrammes décomposé comme suit :

Poids de la Voiture.....	500	kil.
— du Moteur et du Mécanisme..	235	«
— de quatre Voyageurs.....	280	«
— des Accumulateurs.....	400	«
<i>Total</i> .....	1415	kil.

C'est encore trop, et M. JEANTAUD cherche, par tous les moyens possibles, à réduire ce poids, qui, pour que le *Fiacre électrique*, par exemple, soit possible à Paris, ne doit pas être supérieur à 1000 kilogrammes.

C'est pour tâcher d'y arriver que, de nouveau, M. JEANTAUD a eu de longs et fructueux entretiens avec celui-là même qui, au début de sa carrière d'Ingénieur-Carrossier, l'a lancé dans la voie de l'Électromotion... avec M. CAMILLE FAURE... mais, c'est un Secret, ne le dites pas....



## CHAPITRE X

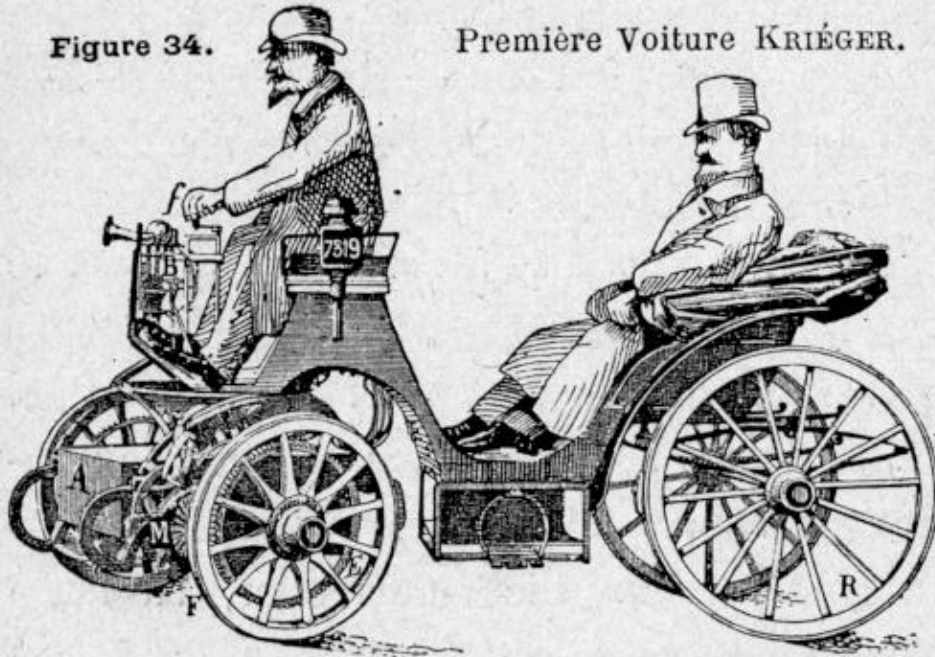
### *Voitures Kriéger, Darracq et autres.*

#### **Voitures électriques de M. Kriéger.**

La première Voiture de M. Kriéger, représentée par la figure 34, est une Victoria du type

Figure 34.

Première Voiture KRIÉGER.



courant de la *Compagnie l'Abeille*, dans laquelle l'Avant-train ordinaire, sur lequel s'attèle le cheval, a été remplacé par l'*Avant-train moteur et directeur* KRIÉGER. Chacune des Roues d'avant F, est soumise à l'action d'un Moteur électrique indépendant qui l'actionne

par l'intermédiaire de deux roues d'engrenage E, dans le rapport de 1 à 10.

Chaque machine est centrée sur l'essieu par saculasse et suspendue, par une pièce polaire, à un ressort, de telle façon, qu'oscillant autour du point de suspension pris sur l'essieu, la distance des centres des roues dentées ne varie pas. L'emploi d'un grand rapport pour les engrenages permet de donner aux moteurs une vitesse angulaire suffisante pour atteindre, avec un poids minime, un rendement élevé nécessaire à une marche économique.

Le poids et l'encombrement sont très réduits par suite de la forme des inducteurs, supprimant tout bâti pour la machine et, par suite du bobinage en anneau de l'induit à dentures fixes.

Le moteur a été étudié par MM. KRIÉGER et RECHNIEWSKI, et construit par la *Société des établissements Postel-Vinay*.

La direction peut être faite de trois façons différentes : soit par une action purement mécanique au moyen du guidon  $f$ , soit par un procédé purement électrique à l'aide d'un servo-moteur, soit enfin par la combinaison de ces deux systèmes. Pour obtenir ce résultat, on

fournit aux bornes des induits moteurs une même différence de potentiel, et à chacun d'eux une même intensité de champ magnétique en groupant les deux inducteurs en tension et les deux induits en quantité. Avec la direction électrique, les deux induits couplés en quantité, il suffit de mettre en court-circuit l'induit commandant la roue qui doit se trouver dans l'intérieur de la courbe, pour que l'avant-train s'incline du côté où l'on veut diriger la voiture. Cette mise en court-circuit est faite à l'aide d'un commutateur spécial disposé pour le couplage. L'avant-train de la voiture tourne d'un angle égal à celui dont tourne la manette.

La voiture en ordre de marche, portant 4 voyageurs, accuse un poids de 1430 kilogrammes, dans lequel la batterie d'*Accumulateurs Fulmen* entre pour 285 kilogrammes : elle est placée, ainsi que les deux moteurs dans la boîte A, suspendue sous l'essieu entre les deux roues F. Elle peut accomplir facilement un parcours total de 30 kilomètres en chemins variés.

**Seconde voiture de M. Kriéger.** — Le succès de cette tentative a engagé M. KRIÉGER à établir une seconde voiture d'après les mêmes prin-

cipes, avec une carrosserie construite exprès : elle pèse plus lourd : 1880 kilogrammes à vide. L'Avant-train seul pèse 1630 kilogrammes mais, on a pu parcourir 80 kilomètres sans recharger la batterie, et 60 kilomètres avec des rampes comme celle de la rue Renouard, dans laquelle le débit s'élevait à 185 ampères sous 30 volts, soit près de huit chevaux.

Cette batterie, tout spécialement aménagée par M. H. MEYNIER, agent commercial de la *Société des Accumulateurs Julien*, possède une capacité de 450 ampères-heure avec un poids total de 640 kilogrammes. Elle comprend 16 éléments de chacun 22 kilogr. d'électrodes.

Chaque élément est contenu dans une cuve en ébonite à 3 compartiments. Cette disposition qui équivaut à 3 éléments assemblés en quantité, offre l'avantage de maintenir les plaques entre elles, et surtout de localiser plus efficacement un accident possible à une plaque.

Chaque cellule contient 13 plaques de 6 millim.  $1/2$  d'épaisseur, soit 39 plaques par élément. La capacité étant de 450 ampères-heure, on obtient environ 15 ampères-heure par kilogrammes de plaques.

Les cuvettes en ébonite sont protégées par des auges en chêne mince. Une couche d'un mastic spécial est ensuite coulée sur la surface du liquide de chaque élément.

Cette composition une fois sèche remplit l'office d'une mince plaque d'ardoise étanche et hermétique capable de triompher ainsi des trépidations, le plus gros obstacle que présente le transport d'accumulateurs sur une route.

Deux moteurs du poids de 150 kilogrammes tournent à une vitesse angulaire de 600 tours par minute ; le régime de décharge des accumulateurs est de 50 à 60 ampères, à 30 volts, pour la marche en palier, avec une vitesse moyenne de 10 à 12 kilomètres par heure, même sur les rampes de la route de St-Cloud à Garches, ce qui produit une force de deux chevaux à 2 chevaux et demi.

Le journal *l'Énergie électrique* nous a dit que cette Voiture avait parcouru, en portant cinq personnes, 65 kilomètres d'une seule traite à la vitesse moyenne de 11 kilomètres à l'heure, et qu'elle aurait déjà fourni dans Paris, un parcours de plusieurs milliers de kilomètres, à la vitesse moyenne de 10 kilomètres à l'heure.

**La construction du Fiacre électrique Kriéger** a été le résultat de ces diverses expériences également réunies : il est établi de façon à pouvoir se transformer tour à tour en voiture fermée et en voiture découverte.

Le poids de ce nouveau véhicule à deux places, avec large strapontin où deux autres voyageurs seront confortablement assis, ne serait que de 790 kilogrammes y compris le poids des moteurs et des accumulateurs ce qui, avec le poids de quatre voyageurs, (280 kil.) ferait un total de 1070 kilogrammes.

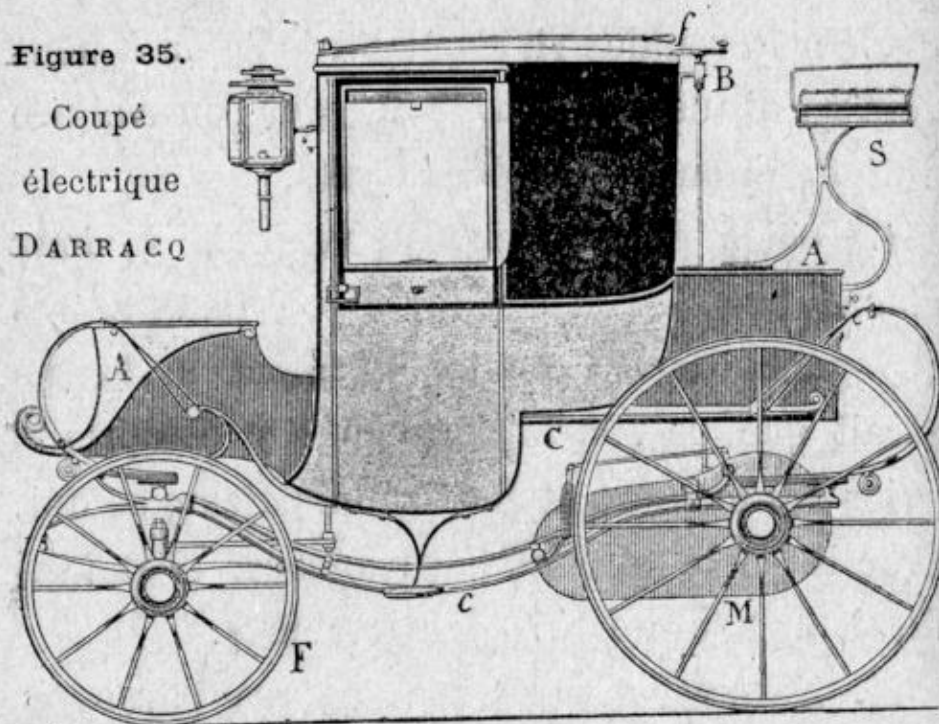
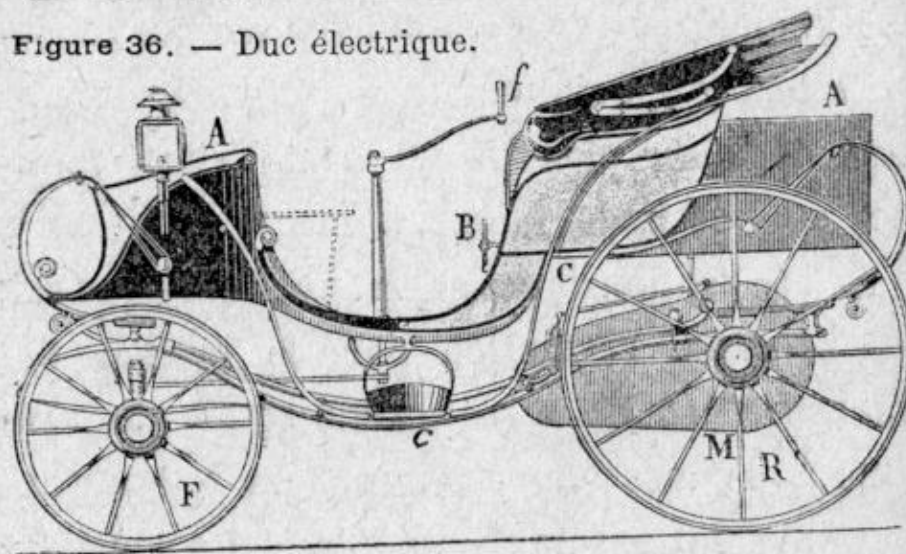
M. KRIÉGER assure qu'il pourra parcourir 125 kilomètres d'une traite avec ses accumulateurs chargés uniquement au départ, et cela sans dépenser plus de un franc vingt centimes pour le trajet intégral.

La réalisation de ces espérances constituerait une véritable révolution dans le système des transports urbains : la question serait alors réduite à l'éducation des Cochers qui auront certainement besoin de connaissances spéciales comme mécaniciens et comme électriciens, ce qui rendra assez difficile, quoi qu'on en dise, le maintien des Cochers actuels.



**Voitures électriques de M. Darracq.****Figure 35.**

Coupé  
électrique  
DARRACQ

**Figure 36. — Duc électrique.**

Les voitures de M. Darracq nous ramènent à la disposition habituelle des Véhicules avec essieu d'arrière moteur.



Tout le monde a vu, au dernier Salon du cycle le Coupé fermé huit-ressorts, avec conducteur assis derrière, de façon à laisser la vue complètement libre aux personnes assises à l'intérieur (figure 35).

La caisse est attachée à un châssis rigide en tubes d'acier sans soudure C, et le système de suspension par ressorts en C sur un second châssis c (suspendu lui-même sur l'essieu d'avant), joint à l'action des pneus dont sont garnies les roues, procure aux voyageurs une situation agréablement confortable.

La direction se fait par les roues d'avant F, au moyen d'un essieu brisé dont les pivots sont réunis par un parallélogramme articulé manœuvré depuis le siège, S, au moyen du timon *f*; elle est d'une douceur remarquable et absolument sûre, quelles que soient les oscillations de la caisse par rapport au châssis.

Les Accumulateurs sont disposés dans les coffres A A, et le moteur en M. La Manœuvre électrique est d'une simplicité remarquable, car elle se réduit à un volant B, qui peut, en se mouvant dans un angle de 300 degrés environ, accomplir la mise en route, le freinage et les

variations de vitesse. Un frein mécanique à pédale *système Lemoinz*, complète les organes de manœuvre.

Ces appareils *f* et *B* peuvent, si les voyageurs veulent conduire eux-mêmes, être placés devant eux, en supprimant le siège *S*, à l'arrière, comme il est indiqué pour le *Duc*, que représente la figure 36; on peut encore les disposer à la portée du conducteur placé sur un siège disposé à l'avant comme celui des fiacres ordinaires attelés.

Le système présente cet avantage que l'action d'un frein extérieur est superflue pendant la descente, parce que l'action de la pesanteur a pour effet d'entraîner la dynamo qui, de réceptrice, devient génératrice, et refoule alors le courant dans la batterie : le travail ainsi dépensé réalise le freinage en même temps qu'il produit une récupération appréciable.

**Le Coupé électrique fermé** représenté par la figure 35 pèse 1380 kilogrammes en ordre de marche et chargé de trois voyageurs ; or comme on doit compter, pour des voitures bien suspendues, sur 25 kilogrammes d'effort de traction par tonne à la vitesse de 12 à 15 kilomètres

à l'heure, le Coupé exigera un effort total de

$$25 \times 1,38 = 34 \text{ k}, 500;$$

pour une vitesse déterminée de 14 kilomètres, le travail par seconde sera de

$$34,500 \frac{14000}{60 \times 60} = 134 \text{ kgm.}$$

Si nous admettons, avec M. DARRACQ, que le rendement de sa dynamo soit de 85 pour 100 et celui des engrenages de transmission, de 90 pour 100, nous trouverons, pour la puissance à fournir par les accumulateurs.

$$\frac{134}{0,90 \times 0,85} = 180 \text{ kgm, soit environ}$$

deux chevaux et demi, ou 1765 watts. Cette puissance sera obtenue avec 40 éléments qui donneront un voltage de  $1,9 \times 40 = 70$  volts.

Le courant nécessaire sera égal à  $\frac{1765}{76}$ , ou

29 ampères.

Ces Accumulateurs présenteront un poids total de 416 kilogrammes, répartis en 8 boîtes de 5 éléments chacune, lesquels comportent 17 plaques pesant seules 6600 grammes; l'énergie ainsi accumulée est suffisante pour parcourir 75 kilomètres à une vitesse moyenne.

Le Fiacre électrique Darracq, ne pourrait pas affecter, du moins à Paris, la forme des voitures représentées par la figure 35, car nous avons ouï dire que M. MICHEL LÉVY se refusait à permettre la circulation de tous les Véhicules munis d'un siège arrière à la façon des *hansom-Cabs*.

Il existe en effet, en avant de la Voiture une longueur de trois mètres au minimum, qui échappe à l'œil du conducteur, et cette situation constitue un danger permanent pour les piétons.

Quoiqu'il en soit, et en admettant, s'il le faut, la Voiture de place en forme de Mylord laquelle s'adapte, du reste, toujours sur les mêmes châssis C c, nous voyons que, d'après les chiffres donnés par M. DARRACQ, son *Fiacre électrique* pourra fournir à coup sûr un parcours de 60 kilomètres, en tenant compte des chemins les plus accidentés.

C'est précisément, nous a-t-on dit, le parcours étalon demandé par M. BIXIO; mais, il exigerait, en même temps, que le poids de la Voiture en charge, y compris les voyageurs, ne dépassât pas 1000 kilogrammes.

**Voitures de M. Pouchain et de M. Bogard.**

Nous n'avons décrit avec détails les Voitures de M. KRIÉGER et de M. DARRACQ, parce qu'elles ont donné des résultats probants aux essais.

Mais, il en a été construit d'autres auparavant, parmi lesquelles nous citerons celles de M. POUCHAIN et de M. BOGARD, dont les tentatives bien que n'ayant pas réalisé les espérances qu'elles avaient fait naître, n'en sont pas moins dignes d'intérêt.

La Voiture de M. Pouchain construite en 1893, affectait la forme d'un phaéton à six places et à quatre roues. Le Moteur électrique était placé vers le milieu, et les Accumulateurs à l'arrière : c'était une dynamo-série du type RECHNIEWSKI.

La Batterie se composait de quatre boîtes d'aluminium doublées de celluloïd contenant chacune treize éléments DUJARDIN.

Chaque élément comprend deux plaques négatives en zinc, et une plaque positive genre Fulmen, le tout noyé dans un électrolyte gélatineux, constitué avec trois volumes d'une solution d'acide sulfurique à 30 degrés Beaumé et

d'un volume de silicate de soude à 18 degrés.

On évite ainsi les projections de liquide hors des boîtes, et les courts circuits qui pourraient provenir de la chute de fragments de la matière active des plaques Fulmen.

La Voiture, en ordre de marche, pesait, y compris 4 voyageurs, 1560 kilogrammes détaillés comme suit :

Poids de la caisse.....	630	kil.
— des accumulateurs.....	500	»
— de la Dynamo et du mécanisme.....	150	»
— des 4 voyageurs.....	280	»
<i>Total.</i> .....	1560	kil.

Il est regrettable que M. POUCHAIN n'ait pas donné suite à ces expériences qui auraient pu finir, croyons-nous, par le conduire à des résultats pratiques.

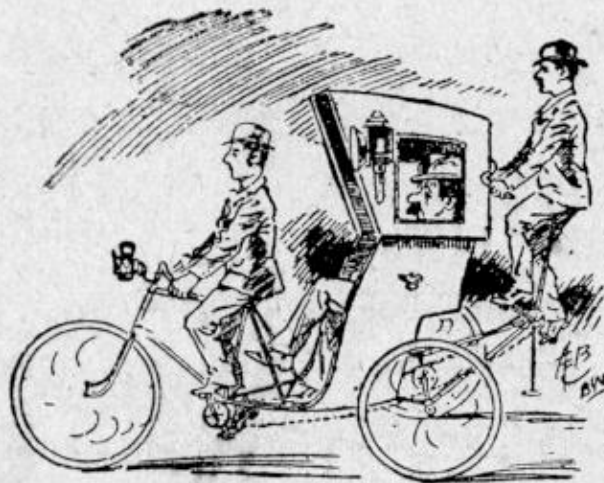
**La Voiture de M. Bogard** était du type appelé en carrosserie *Dog-Cart* de chasse, munie d'une dynamo RECHNIEWSKI, et d'Accumulateurs système DUJARDIN, avec une disposition légèrement différente de celle de M. POUCHAIN, que nous venons de décrire.

La Batterie comptait 51 éléments, chacun

composé de 3 plaques positives et 4 négatives, contenues dans une boîte de caoutchouc durci dont les parois très minces sont consolidées par une toile métallique noyée.

Un tel élément pèse, tout compris, 22.500 grammes, et représente environ une force d'un cheval disponible.

Le poids total de la Voiture en charge, y compris deux voyageurs, était de 2.300 kilogrammes environ.



## CHAPITRE XI

### *Voitures système Mildé-Mondos.*

#### **Pompe à Incendie automobile.**

M. Charles Mildé, le chef bien connu de la Maison justement réputée CH. MILDÉ FILS ET

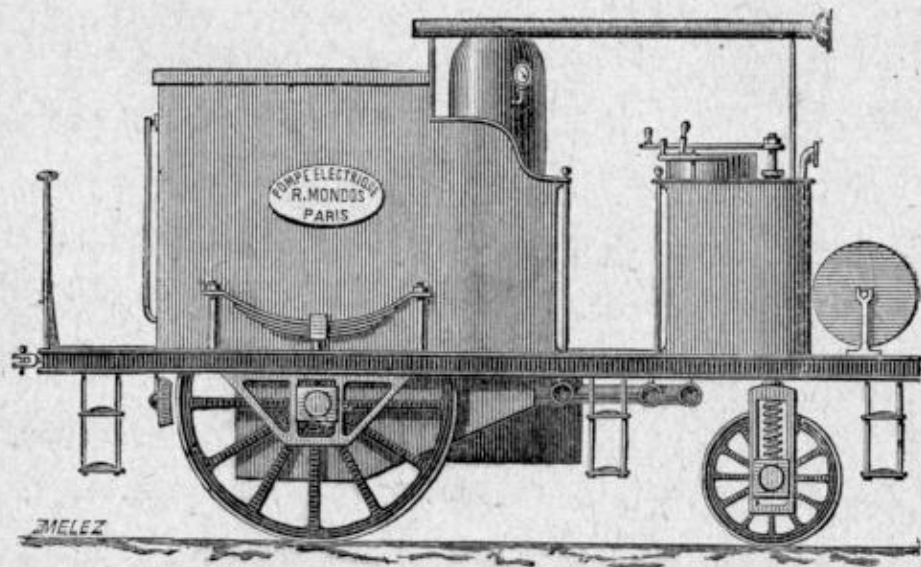


Figure 37. — Pompe à incendie électrique MONDOS.

C<sup>ie</sup>, était qualifié mieux que personne pour étudier et établir, à Paris, un système d'exploitation et de fonctionnement méthodique de Voitures automobiles électriques ; d'autant plus qu'il possédait dans la personne de M. ROBERT



MONDOS, un précieux et actif collaborateur.

M. Robert Mondos, étudiant la locomotion électrique depuis plusieurs années, avait notamment combiné dès 1888, (date de ses premiers brevets) un système très intéressant de Pompe à incendie électrique.

La Pompe à Incendie automobile électrique, représentée par les figures 37 à 39, jouit de toutes les qualités que l'on peut requérir pour un engin de cette espèce : la célérité des secours, avec la puissance, la sécurité et la régularité dans le fonctionnement. Elle se compose d'un châssis porté par quatre roues, dont deux motrices, sur lequel se trouvent établis : un Moteur dynamo-électrique M, un coffre A, renfermant une Batterie d'accumulateurs, une pompe à eau P, un réservoir de compression C. Le véhicule porte, en outre, tous les accessoires nécessaires à la régulation du courant électrique, à la conduite du véhicule, ainsi qu'au fonctionnement de la pompe. On voit en *f*, le gouvernail qui agit sur les roues directrices F, en *h*, le levier commandant le sabot de frein H, et en *b*, le volant du manipulateur électrique ; on a placé en D, sur une plate-forme

d'avant, les dévidoirs à tuyaux ; en T,  $t'$   $t$ , les prises d'aspiration et de refoulement de la pompe ainsi que les raccords permettant de relier, au moyen de câbles souples, les circuits du véhicule aux canalisations électriques de la voie publique ; en  $a$ , un crochet d'attelage permettant de remorquer un véhicule destiné à porter des accessoires. La plate-forme d'arrière est destinée au transport des hommes de service. Tout l'éclairage du véhicule est fait au moyen de lampes à incandescence alimentées par la batterie d'accumulateurs.

Comme on le voit, à l'inspection des figures, le pignon  $e$ , calé sur l'arbre du moteur dynamo-électrique M, peut glisser latéralement, commandé par le levier  $l$ , pour engrener avec la roue d'engrenage R, montée au moyen d'un train différentiel, sur l'arbre qui porte les pignons de chaîne  $c$ , et commande, au moyen de chaînes, les roues motrices R R'. Un mouvement inverse du levier  $l$ , met le pignon  $e$ , en rapport avec la roue den-

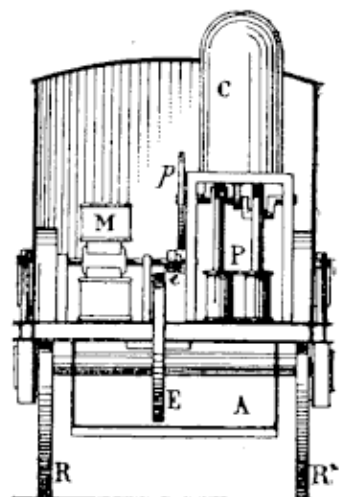


Fig. 38. — Coupe.

tée *p*, qui commande la pompe à deux corps *P*.

La Pompe à incendie électrique doit être, au dépôt, munie de toutes les accessoires, et avec sa Batterie d'accumulateurs chargés. Le chargement se fait au moyen d'une dynamo établie dans le dépôt des pompes, ou au moyen d'un courant électrique fourni par la canalisation électrique de la ville. Au moment où l'envoi de

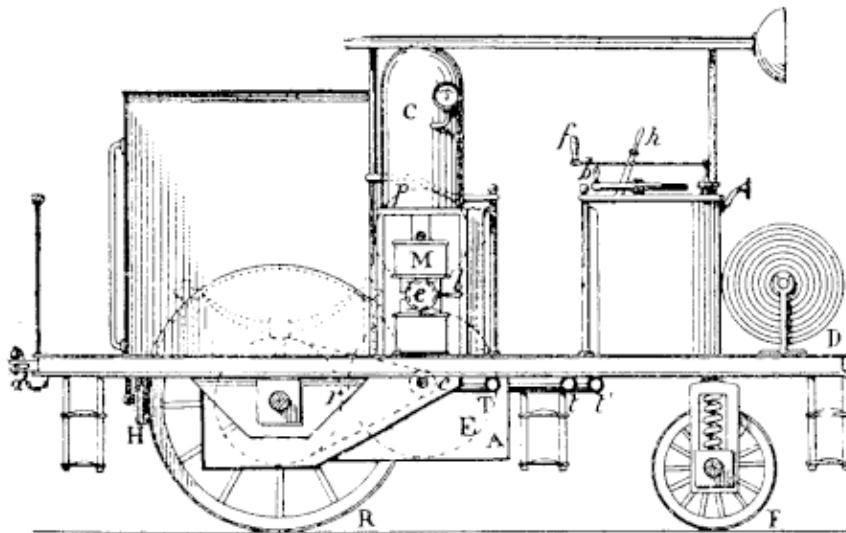


Figure 39. — Coupe verticale longitudinale.

la Pompe à incendie est demandé, les hommes de service n'ont qu'à se placer sur le véhicule, le machiniste engrène au moyen du levier *l*, la position du pignon *e*, de façon à actionner la roue dentée *E*, et opère la mise en route au moyen du volant *b*, du manipulateur.

Arrivé sur le lieu de l'incendie, le machiniste

engrène le pignon *c*, avec la roue *p* et, les tuyaux d'aspiration et de refoulement ayant été fixés, la pompe est mise en route au moyen du volant *b*, du manipulateur.

La Batterie d'accumulateurs prévue est capable de fournir un travail total de cinquante chevaux-heure ; le Véhicule peut être construit de façon à pouvoir emprunter dans son parcours, les voies de tramways sur les parcours munis de voies ferrées.

A cet effet, les roues sont calées sur les essieux à l'écartement des voies ferrées et munies d'un léger boudin spécial permettant de suivre ou de quitter, à volonté, une voie de tramway. La puissance emmagasinée étant de cinquante chevaux-heure, une Pompe peut, sans être alimentée d'énergie électrique, se transporter (aller et retour) sur le lieu de l'incendie et fournir un travail de pompage de dix heures. Mais, dans les grandes villes, pourvues de distributions d'électricité, il vaut mieux disposer sur les voies publiques, à côté des bouches d'eau d'incendie, des prises de courant électrique permettant d'alimenter directement sur le lieu du sinistre le Moteur de la pompe.

**Service électrique automobile.**

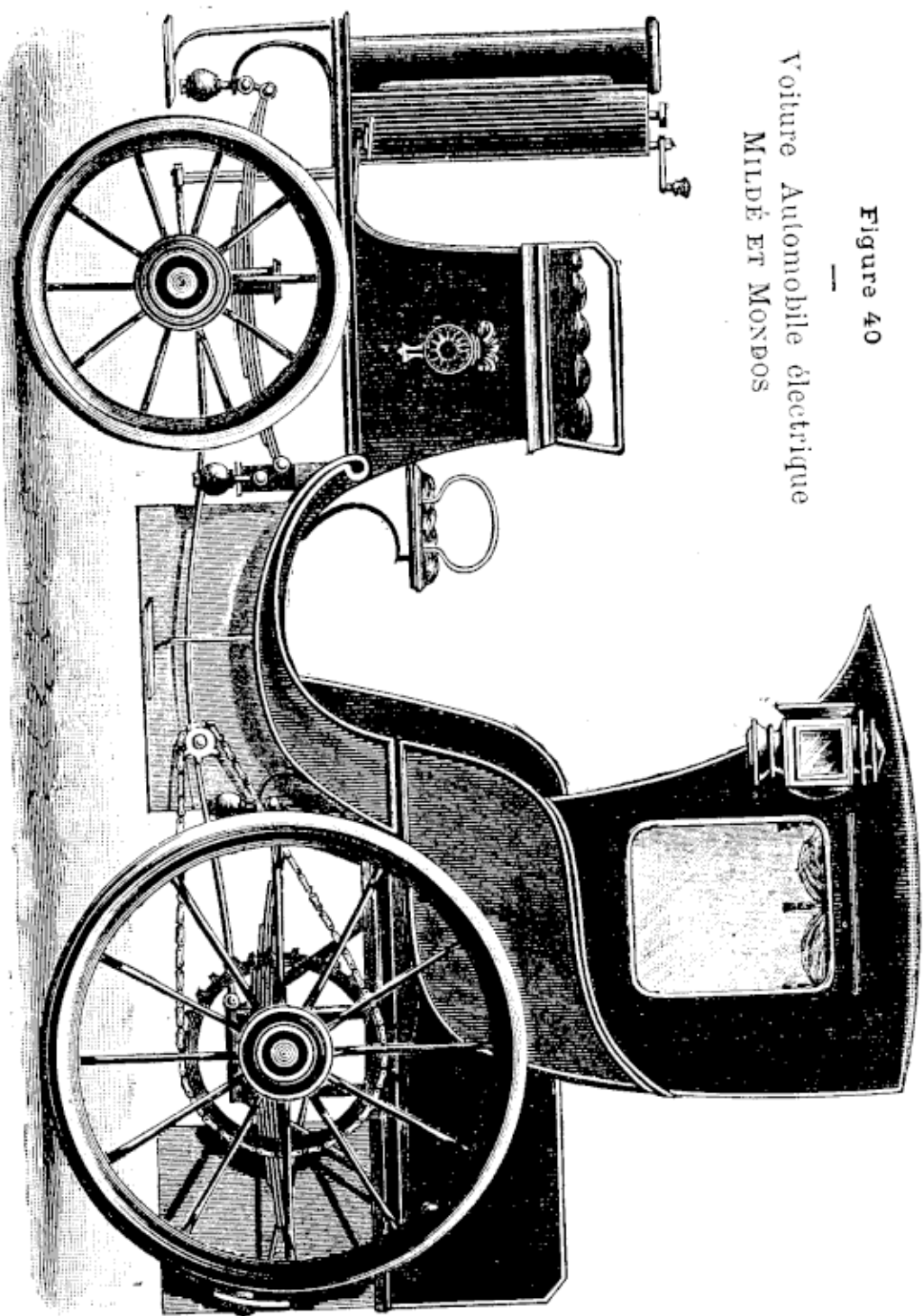
MM. MILDÉ ET MONDOS ne se sont pas bornés à l'étude de la question du Fiacre automobile, assez simple, en somme, puisque la Compagnie de location possède ses usines électriques jointes à ses dépôts, desquels les Voitures partent par centaines le matin, et où elles viennent se recharger, comme elles venaient relayer.

MM. MILDÉ ET MONDOS ont abordé le problème de la *Voiture électrique particulière* : Véhicule de luxe d'un confortable et d'une commodité hors ligne, et qui ne peut fonctionner que dans une grande ville, parce qu'il nécessite l'organisation d'une importante distribution d'électricité à domicile. La solution se présente donc à deux degrés : l'étude du Véhicule, et celle du Service de distribution.

La Voiture électrique de MM. Mildé et Mondos (figures 40 et 41) a été l'objet d'une recherche toute particulière : le Moteur M, placé dans une boîte attachée vers le milieu du Véhicule, est d'un poids minimum, très robuste et possède une grande élasticité de puissance, quoique donnant un rendement très élevé. Les

Figure 40

Voiture Automobile électrique  
MILUDÉ ET MONPOS



VOITURES ÉLECTRIQUES

inducteurs et l'induit possèdent 2 enroulements qui permettent d'obtenir toujours, avec une même densité du champ magnétique, un couple moteur maximum, suivant les vitesses et la résistance de la voie, avec une dépense d'énergie minimum.

La boîte du mouvement contient également la transmission à deux vitesses, par embrayages à friction commandant, au moyen d'une chaîne P, l'essieu moteur d'un seul côté, par une couronne dentée D, calée sur la boîte du Différentiel.

La Batterie d'accumulateurs est placée dans les coffres de la voiture, en A A', à l'arrière : elle se compose de 30 éléments dont le poids total, bacs et liquide compris, n'excède pas 500 kilogrammes. Les éléments sont composés de plaques spéciales de 3 millimètres d'épaisseur séparées entre elles par des feuilles de celluloïd perforé et gaufré ; les plaques sont ainsi maintenues très près les unes des autres sans qu'aucun court-circuit ne se puisse produire. De cette façon, la résistance des éléments est réduite au minimum, ce qui est favorable pour les grands débits nécessités par les dé-

marrages, et le liquide est presque complètement immobilisé par l'extrême rapprochement des plaques.

L'ensemble est placé dans des bacs en ébénite munis de couvercles pour parer aux projections éventuelles de liquide à l'extérieur. Les éléments sont groupés par 4, 5 ou 6 dans des caissons isolés et glissant sur des petits rails

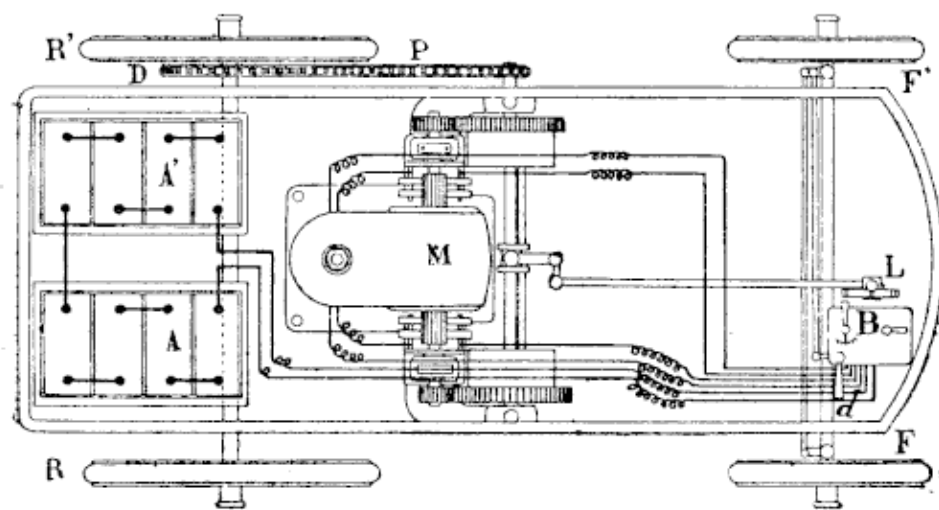


Figure 41. — Plan de la Voiture MILDE-MONDOS.

en fer cornière placé dans les coffres ; toutes les connexions des éléments entre eux sont soudées. Les connexions des caissons avec les circuits de la voiture sont établies automatiquement par des contacts fixes à frottement.

L'emmagasinement total d'énergie est de 9 kilowatts, ce qui assure au véhicule un parcours



de 45 à 50 kilomètres. Le débit moyen est de 30 ampères avec un maximum de 60 ampères sous un potentiel de 50 volts, soit une puissance disponible de 2 à 4 chevaux.

Les figures 40 et 41 montrent que l'on obtient, par ces dispositions, une bonne répartition de la charge sur les essieux d'avant et d'arrière de la Voiture.

La Suspension parfaite du Véhicule, très importante pour la conservation des accumulateurs ainsi que pour le confort des voyageurs, est assurée au moyen d'un double système de ressorts en acier et de coussinets en caoutchouc; les quatre roues sont, en outre, munies de bandages élastiques.

L'essieu portant les deux roues R et R', tourne dans des boîtes à graisse; l'une des roues R, est calée sur l'essieu, qui fait corps avec une des roues d'angle du différentiel, dont l'autre roue d'angle est montée sur le moyeu de la roue R', qui est folle sur l'essieu. Les boîtes à graisse sont guidées par des plaques de garde qui assurent le parallélisme des axes quels que soient les efforts de traction développés par le moteur ou les chocs provenant

du roulement sur une mauvaise voie. La direction de la voiture s'obtient au moyen d'un coupleur B, du changement de vitesse L, de la manette de commande  $d$ , des roues directrices F F', et du frein, mu par une pédale.

Il importe que ces organes soient manœuvrés dans un ordre déterminé : par exemple, le blocage du frein sans la rupture préalable du circuit électrique aurait pour conséquence d'élever le débit électrique à une intensité telle que les accumulateurs seraient avariés ; à cet effet, les dispositifs de commande sont combinés avec des verrouillages qui rendent impossible toute fausse manœuvre.

Le courant peut être inversé dans les collecteurs du Moteur pour obtenir la marche en avant ou en arrière, mais seulement lorsque le coupleur B, est dans la position de repos, c'est-à-dire les circuits interrompus, et la manœuvre des leviers ou pédales de freins a pour premier effet de déterminer la rupture du courant actionnant le Moteur, afin de parer à l'éventualité d'un oubli du conducteur.

Ces freins sont au nombre de deux : un à pédale, instantané et un de sûreté, à volant.

La vitesse maximum pouvant être imprimée au Véhicule par le moteur, en palier, est de 15 kilomètres à l'heure ; le conducteur pouvant, à son gré, prendre toutes les vitesses intermédiaires entre 2 et 15 kilomètres à l'heure.

L'éclairage comporte 3 lampes électriques : deux placées à l'avant dans des lanternes, et une troisième auprès des voyageurs : cette dernière lumière est disposée de façon à faire apparaître un feu rouge à l'arrière de la voiture.

Les dimensions du cadre (figure 41) sont : 3 m. 15 en longueur, et 1 m. 15 en largeur, la voie ayant 1 m. 45.

La Voiture devant porter normalement deux voyageurs et le cocher (deux personnes de plus au besoin, sur le strapontin), pèsera, en ordre de marche y compris le poids de trois personnes, 1570 kilogr. répartis comme suit :

Poids de la voiture . . . . .	750 kil.
— des Accumulateurs . . . . .	450 —
— du Moteur et du mécanisme . . . . .	160 —
— de 2 voyageurs et du cocher . . . . .	210 —
<i>Total.</i> . . . .	<u>1570 kil.</u>

Le parcours total possible sera de 45 kilo-

11.

mètres à la vitesse ordinaire de marche de 15 kilomètres, pouvant être réduite jusqu'à 4 kilomètres, sur les rampes.

**Le Service de Distribution** se trouve assuré de la façon la plus simple et la plus pratique par la charge des accumulateurs au moyen de la canalisation d'un Secteur.

Les Voitures peuvent être d'un type quelconque, l'agencement, le moteur et le mécanisme de régulation et de manœuvre étant ceux qui viennent d'être décrits, car des caisses de formes variées peuvent être substituées à celle représentée par la figure 40, et placées sur le même châssis, sans aucun changement dans la manœuvre.

Quelle que soit la caisse, les Batteries d'accumulateurs sont composées de 42 éléments, afin que le voltage maximum de charge corresponde au potentiel de 105 à 110 volts fournis par tous les Secteurs.

Les accumulateurs peuvent être chargés pendant la nuit, car une fois le courant de charge établi et réglé, aucune surveillance n'est nécessaire : en opérant la charge de nuit, on jouit avec une seule batterie, de la faculté d'avoir tous

les jours la Voiture prête à fonctionner dès le matin, et dans la moyenne des cas, une Voiture de maître ne fait pas plus de 50 kilomètres par jour.

Mais pour que cette organisation soit possible, il est indispensable que l'énergie fournie par le secteur soit à courants continus, car les courants alternatifs étant impropres à la charge des accumulateurs, il faudrait, pour pouvoir les employer, avoir recours à une double transformation de l'énergie :

1°, courants alternatifs en force motrice ;

2°, force motrice en courants continus ;

et, l'installation trop onéreuse des dynamos de transformation, et la perte de 50 pour 100 sur l'énergie initiale fournie par le secteur du fait de la double transformation, rendraient cette solution impraticable.

**La Remise pour Voiture électrique** comporte :

1°, des bancs fixes F, disposés pour la charge des accumulateurs, les contacts s'établissant automatiquement en plaçant les caissons d'accumulateurs sur ces bancs de la même façon que dans les voitures ;

Figure 42

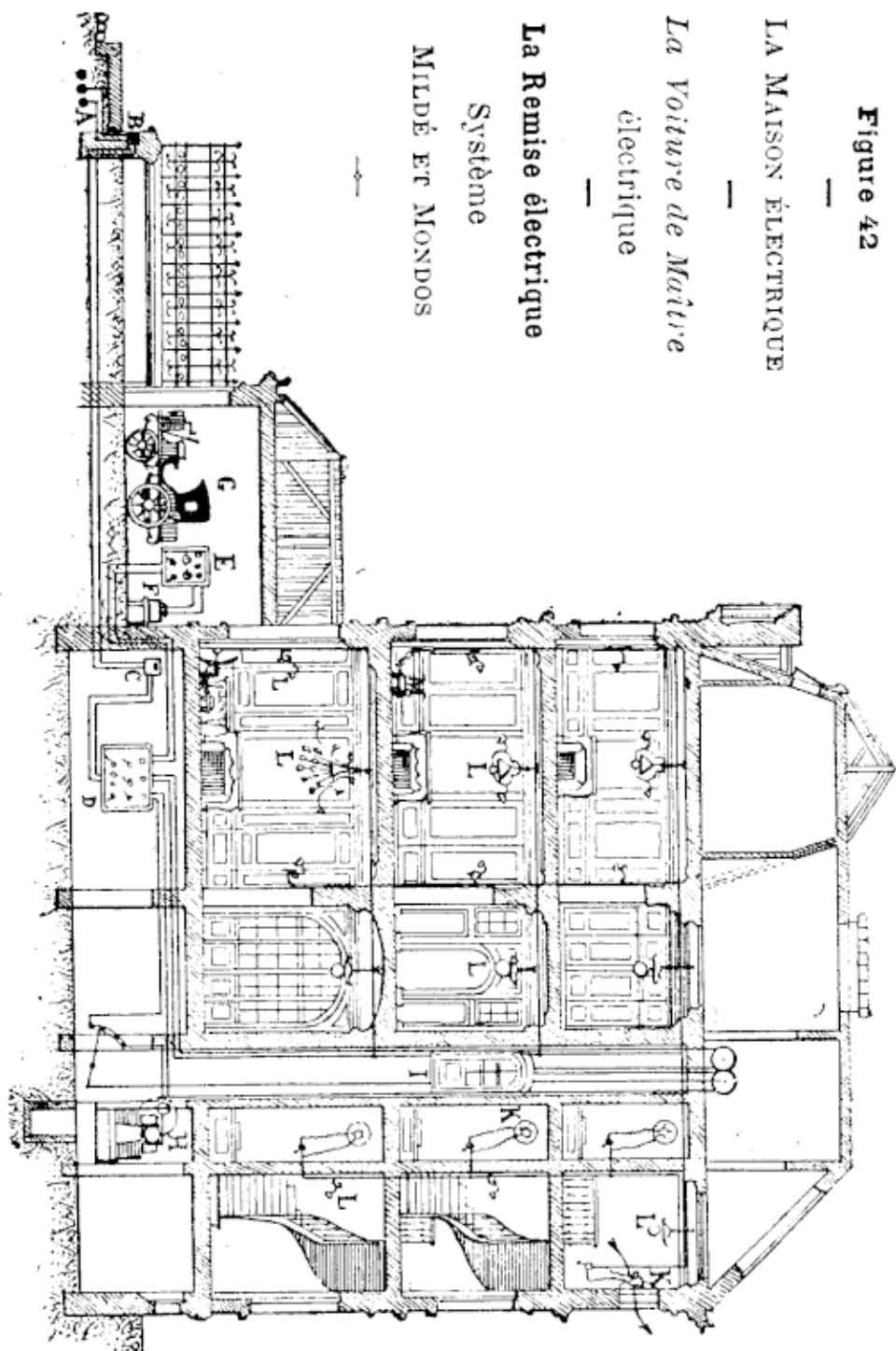
LA MAISON ÉLECTRIQUE

La Voiture de Maître  
électrique

La Remise électrique

Système

MILDE ET MONDOS



2°, un petit chariot, à plate-forme mobile dans le sens vertical, pour le transport des caissons des coffres de la voiture aux bancs de charge, figure 42 ;

3°, un tableau de distribution d'énergie électrique E, relié d'une part à la canalisation A, du Secteur, par un coffret B, et d'autre part, aux bancs de charge F, des accumulateurs ; ce tableau comprend tous les appareils nécessaires : coupleur, disjoncteur, compteur d'énergie, ampèremètre, voltmètre, coupe-circuits, rhéostats de réglage, etc...

**La Manœuvre du chargement** peut être faite par un seul homme ; elle consiste :

1°, à tirer un à un (il y en a 4 ou 6 par voiture) les caissons d'accumulateurs des coffres de la Voiture G, et à les amener, au moyen du chariot, sur les bancs de charge F, en utilisant ce transfert pour contrôler et visiter les accumulateurs.

2°, à établir et régler le courant de charge au moyen du tableau de distribution E ;

3°, la charge étant terminée, les accumulateurs sont replacés dans la Voiture G, prête à nouveau pour un parcours de 50 kilomètres.

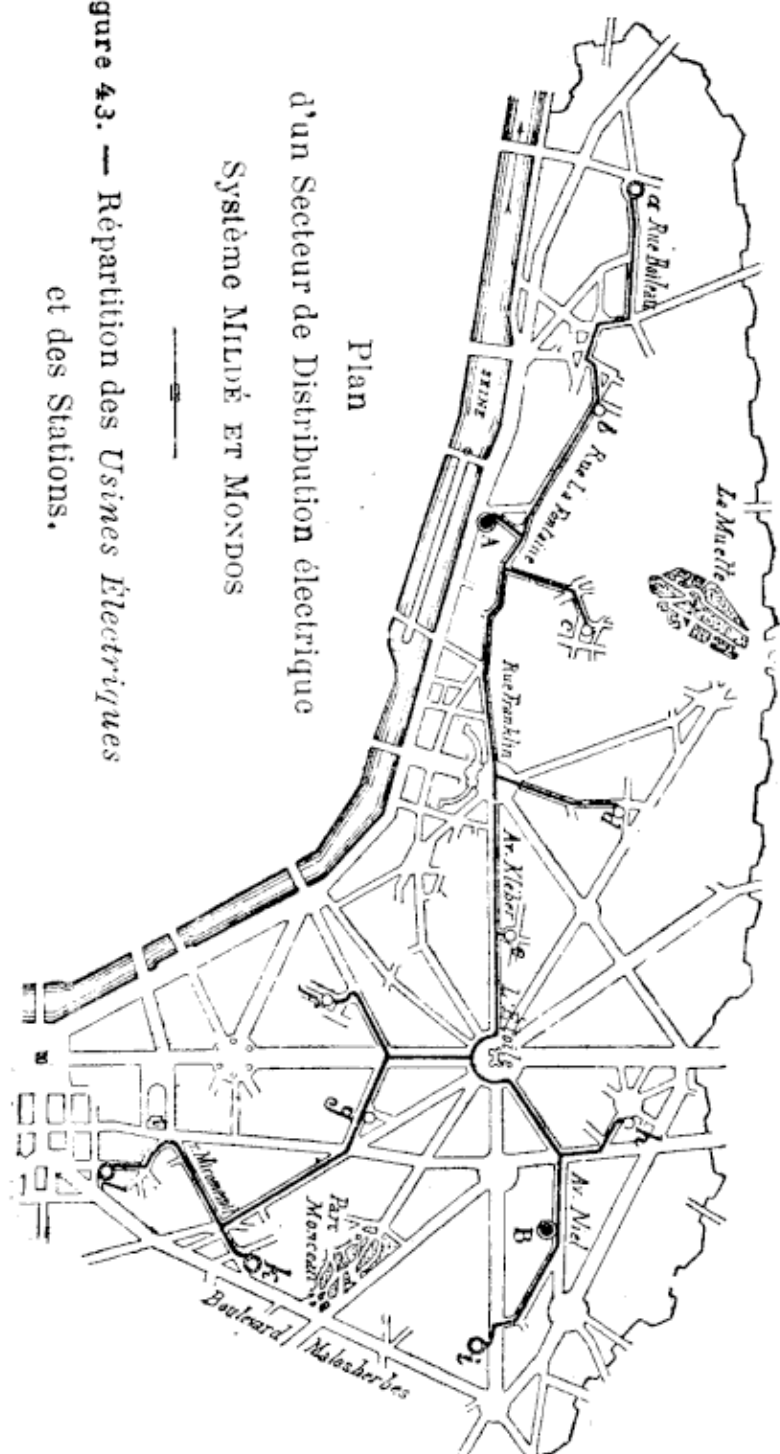


Figure 43. — Répartition des Usines Électriques et des Stations.



**La Distribution spéciale, à Courants continus** est pour obvier aux inconvénients qui viennent d'être signalés, la figure 43 en montre le plan détaillé, pour le secteur Ouest de Paris, qui contient les quartiers les plus riches, dans lesquels on aura le plus de chance de rencontrer des propriétaires de Voitures électriques particulières (8<sup>e</sup>, 16<sup>e</sup> et 17<sup>e</sup> arrondissement).

Deux usines mécaniques pour produire l'électricité, seront installées en A et B, et seront reliées à des stations électriques telles que *a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l*, en nombre suffisant pour assurer à la fois le service d'éclairage, de chauffage, etc., de tous les hôtels privés et grandes maisons à locataires de chacun de ces quartiers privilégiés.

Le transport de l'énergie électrique des usines à ces stations s'effectuera par trois câbles avec potentiel maximum de 900 volts. Des stations de quartiers rayonneront ensuite des câbles de distribution, au potentiel de 110 volts, et la connexion entre les câbles de distribution sera faite par l'intermédiaire de réceptrices de distribution, qui compenseront toutes les variations de charge sur les différentes branches, et

assureront l'uniformité du voltage, sur les canalisations particulières.

Je souhaiterais vivement voir exécuter une installation pareille : c'est le seul moyen de rendre pratique l'usage de la *Voiture électrique*, et il n'est pas d'une application plus difficile que beaucoup d'autres systèmes dont l'établissement a dû paraître, de prime abord, quasi impossible, comme par exemple, le réseau téléphonique ou celui des tubes pneumatiques transporteurs de dépêches.

L'objection du haut prix du *Cheval électrique* (à part que le coût n'en serait pas aussi élevé qu'on peut le croire) ne me semble pas devoir être prise en considération ; il existe déjà aujourd'hui à Paris un nombre important de particuliers qui attèlent des chevaux dont les prix varient de 3000 à 5000 francs l'un : à ceux-là, le *Cheval électrique*, et à ceux qui, aujourd'hui, n'achètent un cheval guère plus de 1200 francs, le *Cheval pétrole*.

**La Maison électrique**, telle qu'elle est représentée par la figure 43, sera la conséquence directe de l'établissement du réseau distributeur d'électricité, tel qu'il vient d'être décrit. Tout

s'y fera par l'Électricité : la manœuvre de l'Ascenseur I, par le Moteur électrique H ; la ventilation, par les Ventilateurs électriques K ; l'Éclairage, par les appareils de toutes formes L, appropriés aux locaux dans lesquels ils sont placés ; le Chauffage, par les chaufferettes électriques M, chauffage qui pourra être étendu à la cuisine, à la salle de bains, etc...

La Maison électrique sera, par excellence, la Maison de Luxe dans la meilleure acception du mot, parce qu'elle sera à la fois saine et propre : débarrassée des gaz délétères et des odeurs infectes qui se dégagent constamment des foyers ordinaires, aussi bien que des poussières et des souillures qui résultent du transport et de la manutention du bois, du charbon, des huiles d'éclairage et de leurs résidus.



## CHAPITRE XII

### *Les Voitures électriques étrangères.*

Les Ingénieurs anglais et américains se sont livrés, de préférence, pour la Motion des Véhicules, à l'étude des procédés électriques, et un certain nombre de leurs Voitures fonctionnent dans des conditions admissibles; mais qui, croyons-nous, ne semblent satisfaisantes que parce que les Anglais et les Américains sont moins exigeants que nous. C'est ainsi, comme on le verra plus loin, que les fiacres électriques mis en circulation à New-York, sont encore bien lourds et de formes peu élégantes : ils pèsent 1500 kilogrammes y compris les voyageurs et ne sont chargés que pour 40 kilomètres de parcours.

Or, M. BIXIO, notre éminent collègue de l'A-C-F., président du Conseil d'administration de la *Compagnie générale des Voitures de Paris*, ne veut admettre le *Fiacre électrique*, qu'à condition qu'il ne pèse pas plus de 1000 kilo-

grammes, y compris le cocher et deux voyageurs, et qu'il puisse parcourir 60 kil., avec une seule charge d'accumulateurs.

Sans cela, nous verrions déjà circuler dans nos rues des Voitures électriques de la façon de M. JEANTAUD, DARRACQ ou KRIÉGER, qui ne le cèdent en rien aux Véhicules U-S-A.

### **Voitures électriques anglaises.**

Les essais tentés en Angleterre ont été très nombreux ; mais assez peu ont été couronnés d'un succès relatif, et nous n'en dirons que quelques mots.

**Omnibus électrique de la Electric Motive Power C<sup>o</sup>.** — L'agencement du mécanisme moteur et des accumulateurs est dû à M. J. CLUBBE : l'énergie électrique est fournie par 52 éléments d'*Accumulateurs Epton*, qui ont permis, aux essais, un parcours de 16 kilomètres ; après quoi, la batterie épuisée, doit être remplacée.

**Cabs et Landaux électriques de la Great Horseless Carriage C<sup>o</sup>.** — La combinaison du mécanisme est due à l'Ingénieur WALTER BERSEY ; elle est caractérisée par ce fait que le liquide des accumulateurs est immobilisé par une ma-

tière pulvérulente siliceuse, pour éviter les fuites et les projections de liquide au dehors pendant la marche.

Chaque véhicule est actionné, par l'intermédiaire de transmissions et de chaînes, au moyen de deux moteurs électriques.

Un coupleur placé sur le siège d'avant permet le réglage facile, et les évolutions de tout le système : la capacité de parcours serait de 40 à 50 kilomètres sans changement ni rechargement des accumulateurs.

**Le Cab Bersey**, pouvant porter quatre voyageurs, actionné par deux Moteurs électriques de chacun un cheval de force, pèserait en ordre de marche :

Voiture.....	520 kil.
Accumulateurs.....	380 —
Moteurs et Mécanisme....	210 —
Quatre voyageurs.....	280 —
	<hr/>
<i>Total</i> .....	1390 kil.
	<hr/>

**Le Landau Bersey**, contenant six places, actionné par deux moteurs de chacun un cheval et demi, pèserait, en ordre de marche :

Voiture .....	750 kil.
Accumulateurs.....	550 —
Moteurs et Mécanisme....	240 —
Six voyageurs.....	420 —
	<hr/>
<i>Total</i> .....	1960 kil.
	<hr/>

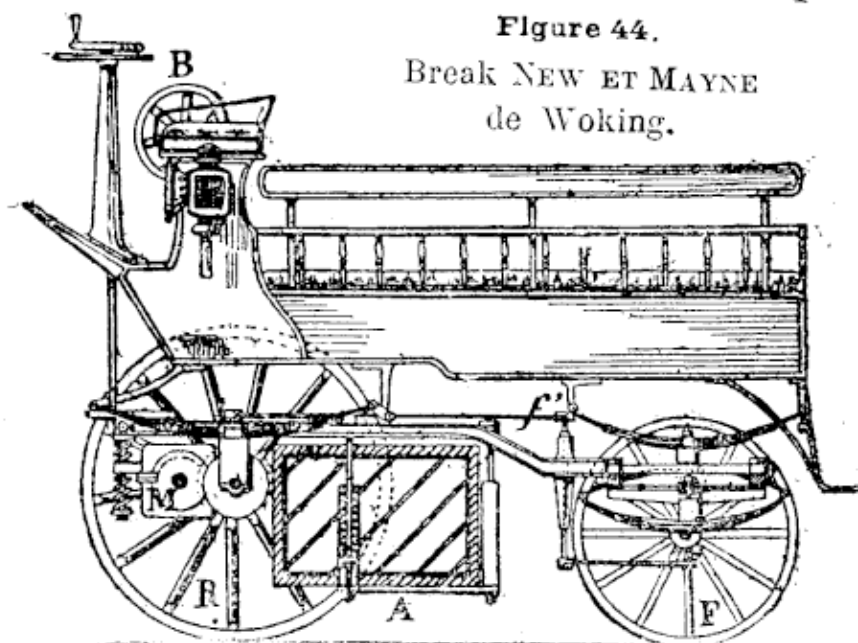
**Voitures de la Britannia Company, Système J. VAUGHAN-SHERRIN.** — Cet ingénieur a cherché, dans le même ordre d'idées que M. KRIÉGER, la transformation facile d'une Voiture ordinaire traînée par des chevaux, en Voiture électrique.

A cet effet, il installe le moteur et le mécanisme dans une boîte attachée au voisinage de l'essieu d'arrière moteur, tandis que les Accumulateurs sont, dans une autre caisse, suspendus vers le milieu de la Voiture entre les deux essieux.

Nous n'avons pu obtenir aucuns chiffres, relativement à cet agencement dont il n'a été fait, du reste, à notre connaissance, qu'une seule application à une sorte de Dog-cart très haut sur roues, genre de Véhicule dont la forme et les dispositions semblent se prêter mieux que tout autre à ce genre de transformation.

Le Break électrique New et Mayne, que représente la figure 44 (1), est la dernière venue des Voitures électriques anglaises ; elle offre cette particularité que les roues motrices R sont placées à l'avant, et les directrices F, à l'arrière, manœuvrées par le volant, et la bielle  $f'$ .

La caisse A, des accumulateurs est suspendue tout-à-fait hors du châssis, dans une posi-



tion qui augmente la stabilité du véhicule.

Le Moteur et la transmission, enfermés dans une boîte M, à l'avant, peuvent donner une vitesse moyenne de 20 kilomètres à l'heure en palier et de 6 à 8 kilomètres sur les rampes.

Le coupleur B, est à la droite du siège.

(1) Figure reproduite d'après *l'Autocar*.



**Voitures électriques Américaines.**

Le type **Electrobat**, de MM. Morris et Salom, paraît constituer le premier Véhicule électrique ayant convenablement fonctionné aux États-Unis. Nous trouvons à ce sujet, dans les journaux américains, diverses communications émanant de MM. MORRIS ET SALOM, d'où il résulte qu'ils commencèrent, en juin 1894, leurs études sur la Traction électrique.

L'**Electrobat** n° 1, qui vit le jour en août 1894, affectait la forme d'un Dog-cart à l'aspect écrasé, et lourd, pesant :

Voiture.....	950	kil.
Accumulateurs.....	730	—
Moteur et Mécanisme.....	235	—
Quatre voyageurs.....	280	—
<i>Total</i> .....	2195	kil.

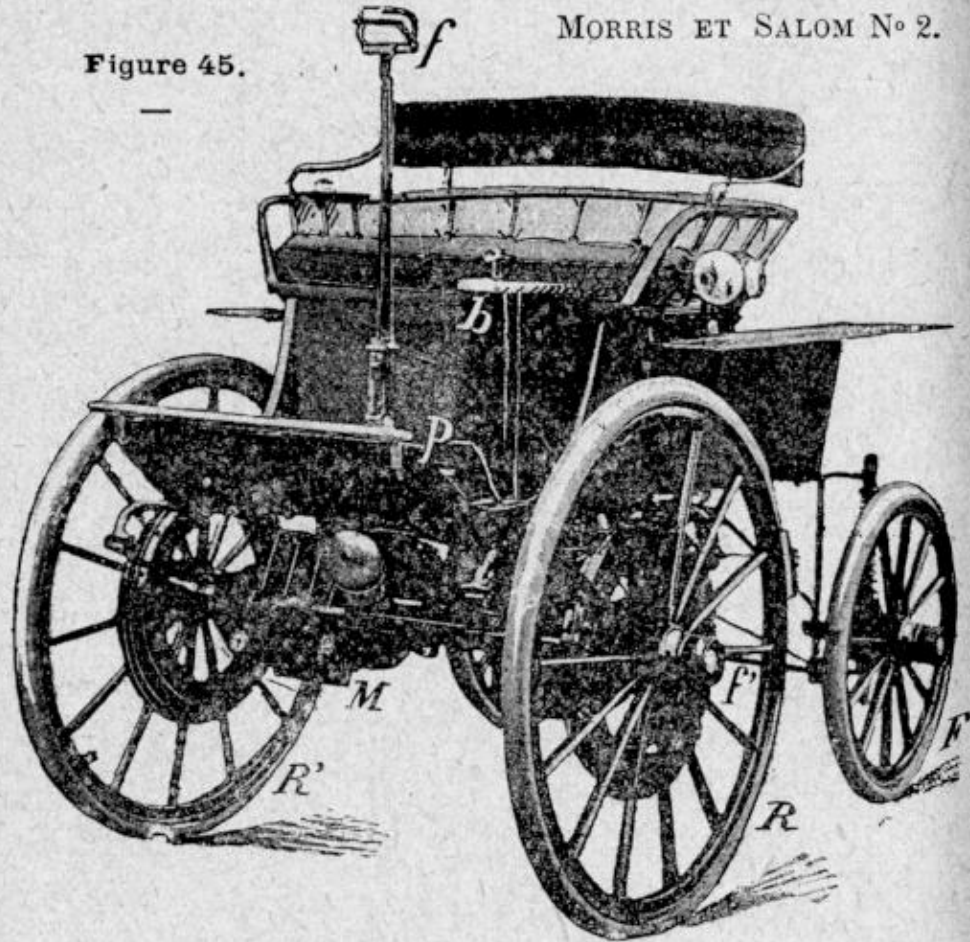
Les mêmes journaux américains nous disent que la Batterie, de 60 éléments, actionnait un Moteur dont la puissance variait de 3 à 9 chevaux, pouvant faire atteindre au véhicule une vitesse maximum de 24 kilomètres à l'heure.

C'est l'essieu d'arrière qui était moteur : l'arbre de la dynamo faisait tourner d'abord un arbre intermédiaire, actionnant chacune des roues indépendamment l'une de l'autre, au moyen d'un rochet.

*Electrobat*

MORRIS ET SALOM N° 2.

Figure 45.



L'Electrobat n° 2, représenté par la figure 45, est le véhicule auquel fut décerné le premier prix dans la course de Chicago-Waukegan organisée par le *Times-Herald*, pour le 2 novembre 1895 ; il convient d'ajouter que les

conditions particulièrement défavorables (neige et pluie) dans lesquelles fut courue cette épreuve, ne la firent pas juger comme définitive : elle fut reprise le 28 novembre et ce fut alors la Voiture à pétrole Duryea qui arriva la première (1).

La forme en Dog-Cart a été conservée mais considérablement allégée, et montée sur de hautes roues ; de plus les roues motrices RR', ne sont plus à l'arrière mais à l'avant, et, ce sont les roues d'arrière F et F' qui sont directrices : les roues sont en bois, de construction ordinaire, et munies de bandages pneumatiques.

La force motrice est donnée par deux Électro-moteurs LUNDELL M. de un cheval et demi chacun, actionnés par une Batterie de quatre caisses renfermant chacune 12 accumulateurs, sortis des ateliers de la *Electric-Storage Battery Co*, de Philadelphie.

Le coupleur-régulateur est en *b*, à la main du conducteur, et le gouvernail *f* agit par la bielle *f'*, sur les roues d'arrière F et F' : cette disposition qui peut paraître étrange aurait

(1) Voir ma *Troisième Étude, Voitures à Pétrole*, pages 26, 224 et 276.

très bien réussi, de sorte que cette Voiture, qui a été admise par la *Electric Carriage and Waggon Co*, pour l'un des types de ses voitures de louage, pourrait dit-on évoluer dans un cercle de 6 mètres de diamètre.

La vitesse atteindrait 32 kilomètres à l'heure, et le parcours maximum sans changer ni recharger les accumulateurs, serait de 40 à 50 kilomètres, et elle pèserait en ordre de marche :

Voiture.....	350 kil.
Accumulateurs.....	235 —
Moteurs et mécanisme.....	185 —
Quatre voyageurs.....	280 —
<i>Total</i> .....	<u>1050 kil.</u>

Cette même voiture a été classée seconde, le 7 septembre 1896, à la course sur piste de la *State fair* (Rhode Island), en parcourant la distance de 15 milles (8 kilomètres) en 15 minutes, 13 secondes et demie.

Les **Electrobats n<sup>os</sup> 3 et 4**, ont été étudiés toujours plus légers : ce sont des Voitures à quatre roues à rayons en fils d'acier, avec bâti léger en tubes de bicyclettes pour porter deux per-

sonnes. Voici les poids correspondants au type n° 4 :

Voiture.....	125 kil.
Accumulateurs.....	160 —
Moteurs et mécanisme.....	135 —
Deux voyageurs.....	140 —
<i>Total</i> .....	<u>560 kil.</u>

L'Électrobat n° 5, est représenté par la figure 46 : d'un type différent des précédents, c'est une Voiture légère de livraison, à quatre roues égales, en forme de roues de bicyclettes. Les roues d'avant R et R', sont motrices, et les roues d'arrière F et F', directrices par le moyen du gouvernail *f*, et de la barre à crémaillère *d* ; les deux essieux sont réunis par un longeron D, ce qui évite la fatigue à la caisse de la voiture, laquelle est très légère. Le châssis est construit en tubes d'acier : il est représenté en vue perspective, par la figure 47 ; la pièce D, longitudinale qui en forme l'âme, se termine à l'arrière par un étrier dont la traverse T, reliée à l'essieu F F', par la cheville de virage *t*, supporte le ressort transversal *n*, sur lequel repose la caisse du Véhicule.

L'avant est constitué par deux cercles en tubes d'acier  $O O'$ , convenablement entretoisés,

Figure 46

—  
Électrobat  
N° 5.

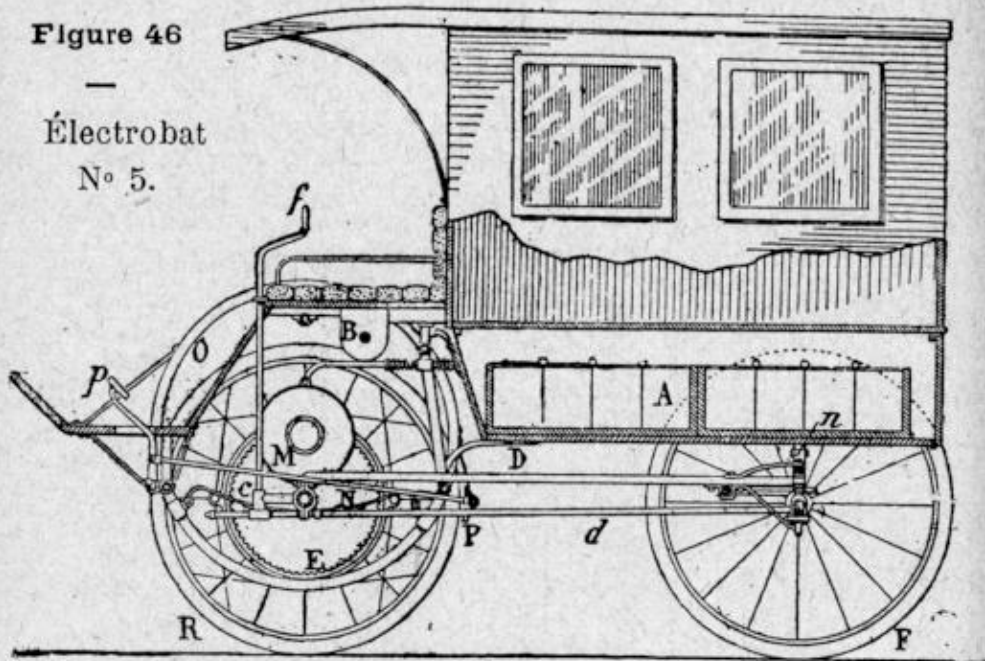
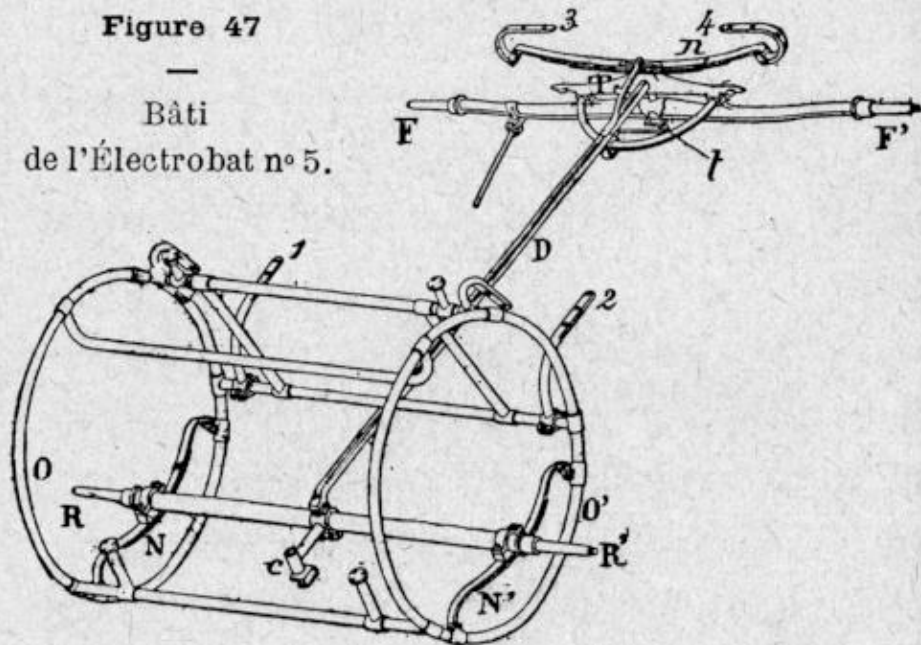


Figure 47

—  
Bâti  
de l'Électrobat n° 5.



et supporté sur l'essieu d'avant  $R R'$ , par les ressorts  $N N'$  ; la pièce  $D$  s'attache au milieu de l'es-

sieu et supporte le collier *c*, du levier de direction *f* (figure 46) : la caisse est fixée aux quatre points 1, 2, 3, 4.

Dans l'espèce de cage, formée par les cercles *O O'* et leurs entretoises, sont attachés les deux Moteurs électriques *M*, et leur engrenage *E*, commandant chaque Roue indépendamment de l'autre, pour faciliter les virages. Les Accumulateurs sont renfermés dans le coffre *A*, et le coupleur régulateur est placé en *B*, à droite du siège, la pédale *p*, servant à actionner un frein *P*, assez mal placé, du reste, sur les roues d'avant mais c'est là une conséquence du système qui applique la direction aux roues d'arrière.

**La Electric Ricker Motor Company**, nous ramène à la disposition, jusqu'à présent la plus commune, des roues d'arrière *R*, motrices, figure 48.

C'est une voiture légère, sorte de charrette montée sur 4 roues égales, genre bicyclette, munies de pneus et de roulements à billes, avec deux sièges au milieu, dos à dos, *s, s'*.

Bâti tout en tubes d'acier, Moteur en *M*, avec engrenages en *E*, pour actionner chaque roue d'arrière *R*; direction au moyen du gou-



vernail *f*, par l'essieu brisé portant les roues d'avant F.

La batterie de 32 accumulateurs, du système RICKER, est placée sous les banquettes, en A, et le conducteur a, auprès de lui, à côté du siège, le coupleur-régulateur B.

Cette voiture qui pèse, en ordre de marche

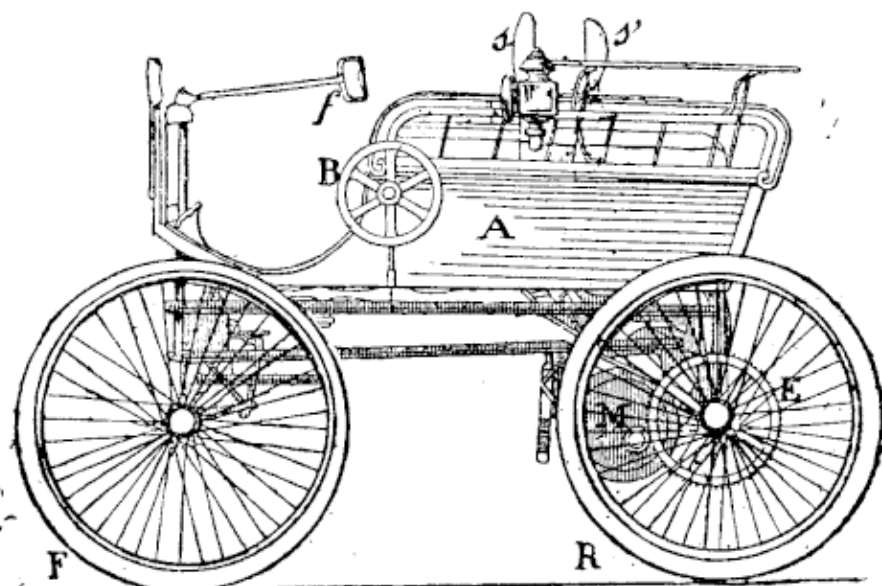


Figure 48. — Voiture RICKER.

et sans voyageurs, environ 800 kilogrammes peut facilement tenir une vitesse de 24 kilomètres à l'heure, et parcourir 60 kilomètres sans changement ni rechargement des accumulateurs. Elle a remporté, le 7 octobre 1896, le premier prix au concours de la *State fair* sur la piste de Providence (Rhode-Island), en



exécutant le parcours de 5 milles (8 kilomètres), en 15 minutes, 1 seconde et  $\frac{3}{4}$ .

L'American Electric Vehicle Company, de Chicago, mérite paraît-il d'être citée parmi les maisons américaines, faisant construire en grande quantité des voitures électriques. Le type qu'elle a adopté est représenté par les figures 49 et 50, sorte de phaéton à quatre places, et à capote qui pèserait, en ordre de marche et sans voyageurs, 900 kilogrammes.

Les roues d'avant  $F F'$ , sont folles et pivotantes en  $r r'$ , mesurant 85 centimètres de diamètre ; elles sont, comme les roues d'arrière  $R R'$ , de 1 m. 10 de diamètre, montées sur billes et munies de bandages en caoutchouc plein.

Une Batterie de 32 accumulateurs est placée en A, dans le coffre de la Voiture ; ils fournissent l'énergie à deux électro-moteurs M et M', dont chacun actionne l'une des roues d'arrière motrice, indépendamment de l'autre.

Des engrenages retardateurs  $e e'$ , sont interposés, entre les axes des dynamos, et au lieu des pignons  $p p'$ , qui, par l'intermédiaire des chaînes et des couronnes dentées  $P P'$ , donnent le mouvement aux roues R et R'.

La barre du gouvernail  $f$ , agit sur les moteurs pour ralentir ou accélérer l'une ou

Figure 49.

Phaéton électrique

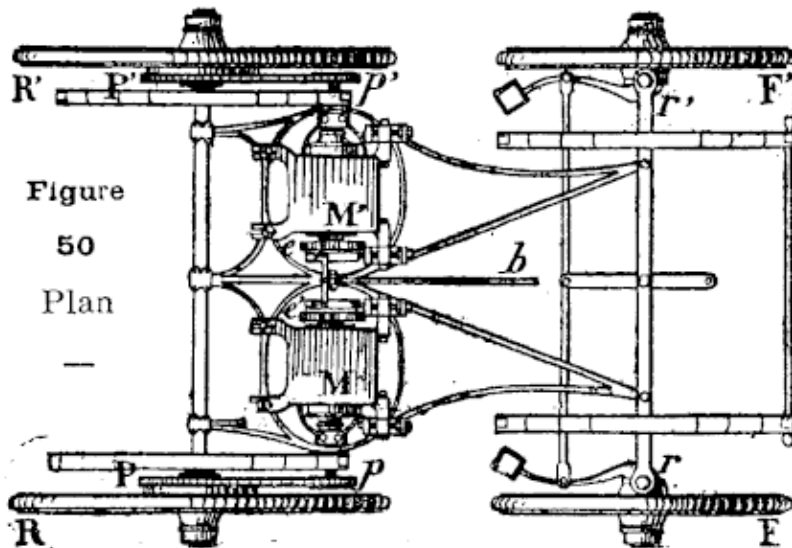
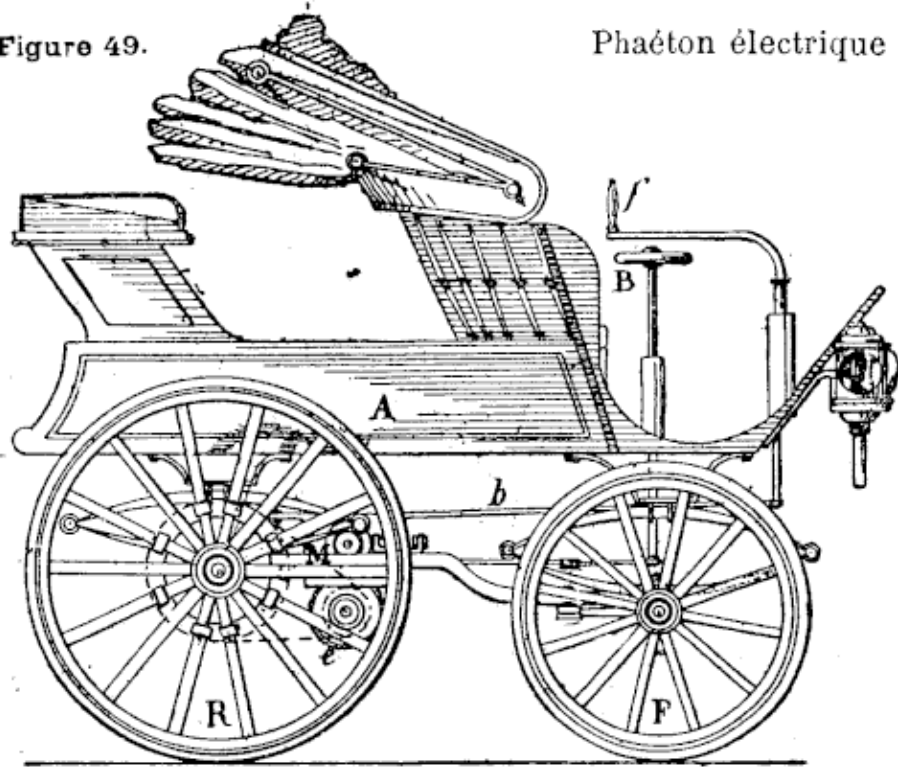


Figure  
50  
Plan

l'autre roue, afin de produire les virages, de sorte que les roues d'arrière sont à la fois mo-

trices et directrices. Cette disposition, dont nous ne connaissons aucun autre exemple, est peut-être critiquable, mais, elle est éminemment simple et originale.

Le Coupleur-régulateur B permet, par l'intermédiaire de la bielle *b*, de faire varier l'intensité du courant, ou de l'écarter complètement des dynamos, pour produire l'arrêt en même temps qu'il agit sur un frein pour enrayer les roues d'arrière.

Les deux Moteurs, dont les forces réunies représentent environ trois chevaux, pourraient faire parcourir à la Voiture environ 80 kilomètres sans recharger les Accumulateurs, opération qui s'exécuterait, paraît-il, sans les sortir de la Voiture. L'aspect est plus élégant, comme carrosserie, que n'est généralement celui des voitures américaines ; 4 vitesses peuvent être obtenues ainsi que la marche arrière : 3, 6, 12 et 22 kilomètres.

La même Compagnie construit aussi, dit-on, des voiturettes légères à une ou deux places, avec une seule roue à l'arrière motrice et directrice : c'est simple et bon marché, mais incommode quand le sol est mouillé, à cause que cette Roue motrice n'est pas suffisamment

chargée, ce qui rend les dérapages faciles.

La Columbia motor Carriage Company de Hartford, vient de lancer sur le marché un nouveau véhicule qui, comme celui de l'*American electric Vehicle Co*, présente une carrosserie soignée, et un peu le même aspect de phaéton élégant, sauf que les roues d'avant sont directrices, avec essieu brisé, et que les 4 roues sont montées en roues de bicyclettes, et garnies de pneus.

La Batterie d'accumulateurs, une fois chargée, permet de parcourir une cinquantaine de kilomètres avec une vitesse maximum de 24 kilomètres à l'heure, et des vitesses inférieures de 5, 10, et 16 kilomètres.

L'*Electric Carriage and Wagon Company* qui exploite les brevets de MM. MORRIS ET SALOM, est une des premières qui ait construit, aux États-Unis, de bonnes Voitures électriques; nous ne lui avons donc pas donné le rang qu'elle devrait occuper dans l'ordre chronologique: nous avons en effet tenu à placer cette Compagnie en fin de chapitre parce qu'elle a, la première, réalisé la mise en exploitation du *Fiacre Automobile électrique*.

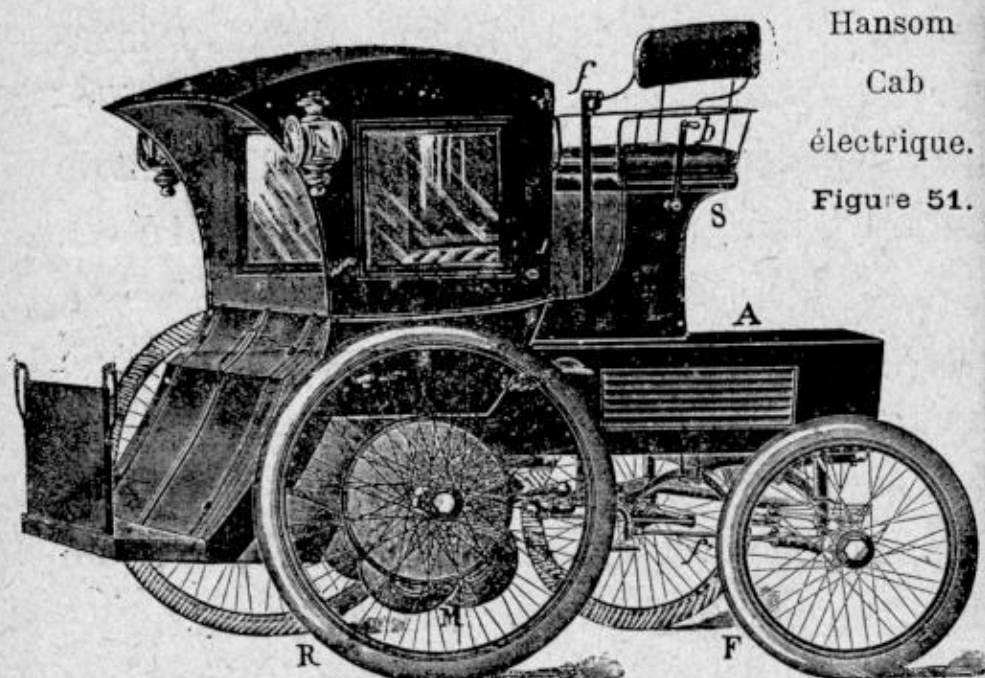
Les Fiacres électriques de New-York étaient, au 10 juin dernier au nombre de 12 à 15; mais l'intention de la Compagnie est d'augmenter le nombre de ses voitures, aussi rapidement, qu'elle pourra les construire. Elles sont de deux types représentés par les figures 51 et 52, l'une en forme *hansom-cab* avec siège à l'arrière, et l'autre de coupé fermé, avec siège à l'avant.

Toutes deux sont mues par l'avant-train; suivant le type qui paraît définitivement adopté par MM. MORRIS ET SALOM, chacune des roues R, étant actionnée par un moteur indépendant M. La direction se fait par les roues d'arrière F, au moyen d'un essieu brisé, sur les pivots duquel on agit au moyen du gouvernail *f*, placé à la droite du cocher et des bielles *f'*; une pédale *p*, commande les freins.

Le Manipulateur *b*, placé à la gauche du cocher, lui permet de grouper de différentes manières les éléments (accumulateurs) renfermés dans le coffre A; il peut ainsi obtenir la marche en arrière, et trois vitesses différentes pour la marche en avant: 5, 10 et 15 milles à l'heure.

Le *Hansom-Cab* (figure 51) est supporté à

l'arrière par deux petites roues de 80 centimètres de diamètre, et l'avant-train comporte



Hansom  
Cab  
électrique.  
Figure 51.

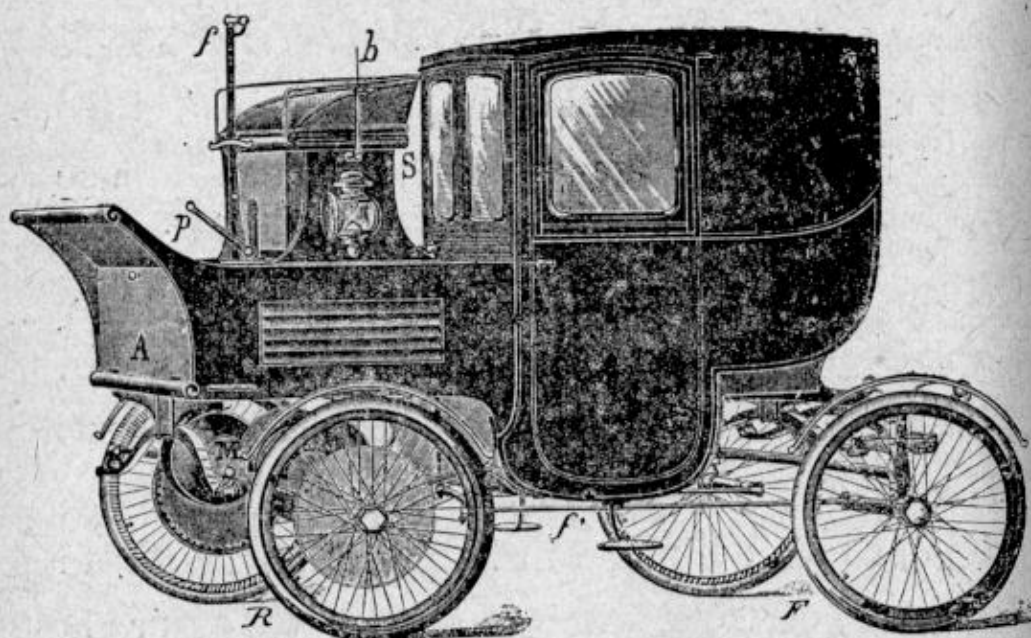


Figure 52. — Coupé fermé électrique de New-York.

deux grandes roues de 1 mètre 10, son poids

est de 1500 kilogrammes environ, dont 400 pour les accumulateurs. Le coupé fermé (figure 52) est porté par quatre roues égales, de 80 centimètres de diamètre ; toutes les roues sont montées avec rayons tangents comme celles des bicyclettes, avec de forts pneus.

Les tarifs sont, pour les Hansoms-Cabs, à la course, de un dollar pour les deux premiers milles (3218 mètres) et de 10 cents par mille à la suite, ou bien de deux dollars à l'heure.

L'intention de l'*Electric Carriage and Wagon Company*, est de construire des voitures de tous les genres ; mais, pour le moment, son exploitation est limitée à trois types courants : le Hansom-Cab électrique, le Coupé fermé, et l'*Electrobat n° 2* avec ou sans capote, que nous avons décrit page 204 (figure 45). Ces voitures sont très pratiques et ne se détraquent pas : l'une d'elles aurait parcouru, disent les journaux américains, plus de 1000 milles (1660 kilomètres) sans la moindre avarie.

Chaque voiture disposerait environ d'une force de 8 chevaux, qui revient actuellement à 5 cents par cheval-heure (26 centimes), parce qu'on les fait charger par la Compagnie Edi-

son ; mais lorsque l'*Electric Carriage and Wagon Company* aura ses usines électriques à elle, ce chargement ne coûtera que 2 cents par cheval-heure (11 centimes).

Avec ce moteur, la Voiture marcherait facilement à une vitesse régulière de 15 milles à l'heure (24 kilomètres), et elle pourrait, occasionnellement parcourir 20 et 25 milles, en une heure (32 à 40 kilomètres) ; le *maximum* de charge des accumulateurs correspondant à une distance parcourue de 25 milles (40 kil.) environ, suivant les pentes, l'état des routes, etc...

La dépense d'une de ces voitures, lorsque la Compagnie aura ses secteurs parfaitement organisés et équipés, sera environ moitié de celle nécessaire pour les véhicules attelés.

Or, comme un cheval coûte environ 1 dollar par jour de nourriture et d'entretien, et qu'il faut un peu plus de trois chevaux, pour mener une voiture durant une journée entière, cela ferait actuellement, environ 1 dollar 70 cent. pour la dépense quotidienne (8 fr. 75), tandis que la dépense pour le fiacre électrique pourrait descendre à 4 fr. 50 par jour.

---



## SUPPLÉMENT

---

# MOTEURS A GAZ COMPRIMÉS

ET

NOUVELLES VOITURES A PÉTROLE



## CHAPITRE XIII

*Les Voitures à Gaz comprimés.*

**Ammoniaque et Acide carbonique.**

Les Moteurs à Gaz comprimés sont ceux qui transforment, en Énergie disponible sur un mécanisme, la détente des Gaz comprimés, et l'on entend par Gaz comprimés ceux qui, par un procédé quelconque, sont enfermés dans un Contenant plus petit que le volume qu'ils occupent à la pression atmosphérique.

Il existe deux façons pratiques de résoudre

ce problème difficile du Contenu plus grand que le Contenant.

1°, en comprimant le gaz, Air, Acide carbonique ou autres, par des moyens mécaniques, dans une capacité à parois résistantes ;

2°, en dissolvant un gaz dans un liquide qui l'absorbe en proportions considérables, comme fait, par exemple, l'eau pour le gaz ammoniac.

Dans un cas comme dans l'autre, l'échappement du gaz par un orifice ouvert sur le milieu ambiant, à la pression atmosphérique, constitue une source d'Énergie que, par un récepteur approprié, on peut transformer en travail.

### **Moteurs à gaz Ammoniac.**

Projet de Voiture à gaz Ammoniac, de GURNEY.  
— L'un des ingénieurs qui créa, en Angleterre, les services de Voitures à Vapeur qui réussirent si bien de 1828 à 1836, GOLDWORTHY GURNEY, avait eu d'abord, vers 1822, l'idée d'utiliser, pour combiner un moteur, la force expansive du Gaz ammoniac chassé de sa dissolution aqueuse par une légère élévation de température.

Il construisit, après de nombreuses expé-rien-

ces, un Moteur à piston qu'il employa à actionner un petit modèle de Voiture.

Mais, la complication et le peu de régularité du procédé lui firent abandonner cet ordre d'idées, pour se consacrer tout entier à la construction des Voitures à Vapeur (1).

*Les Travaux de GURNEY* furent repris ensuite par divers inventeurs, entre autres, par PIETRO CARDENOUS, professeur de Physique au lycée de Rovigo, et par M. TIXIER, de Bordeaux : mais ils n'allèrent même pas aussi loin que le premier, car ils ne firent, de leurs études, aucune application directe à la locomotion.

L'Ingénieur Mac-Mahon, de la Louisiane, a, plus récemment, appliqué la tension des vapeurs ammoniacales à la motion des tramways, en opérant avec de l'ammoniac liquéfié. L'inconvénient principal de tous les moteurs basés sur la Détente du gaz, est l'abaissement de température, qui résulte de cette détente même. Il est nécessaire de combattre ce refroidissement, et voici comment l'inventeur y est parvenu.

(1) Voir ma *Seconde Étude, les Voitures à Vapeur*, pages 64 à 84.

Un cylindre en tôle, muni d'un corps tubé analogue à celui de la chaudière d'une locomotive, est renfermé dans un cylindre plus large et un peu plus long de manière à laisser un grand intervalle, dans lequel de l'eau ou une faible solution ammoniacale circule librement entre les tubes et autour du cylindre intérieur. Celui-ci est rempli de gaz ammoniac liquéfié et anhydre, qui entre en ébullition dès que la température de l'appareil atteint 28 à 30 degrés Centigrades.

La vapeur produite est distribuée, par une valve d'admission, alternativement sur les deux faces du piston de la machine. Le cylindre dans lequel se meut le piston, est entouré d'une enveloppe parfaitement étanche, en communication avec le grand cylindre extérieur, où la vapeur qui a travaillé, est absorbée par l'eau en circulation. C'est la chaleur latente de vaporisation qui, développée par cette absorption et transmise à travers les tubes à l'ammoniac anhydre, en entretient l'évaporation.

Dans les conditions défavorables des essais faits à Chicago au mois de janvier par un temps très froid, on a brûlé 4.544 grammes de

charbon pour obtenir 4 litres et demi de gaz ammoniac liquéfié anhydre, et, pour faire marcher une voiture de 5.080 kil. à la vitesse de 24 kilomètres à l'heure, on en consommait un litre et demi par kilomètre parcouru.

La consommation correspondante de charbon était donc 6 kil., et, au prix de 3 francs les 1.000 kilogrammes de charbon rendu à la station génératrice, la dépense kilométrique ne dépassait pas 6 centimes.

Nous ne savons pas que l'on ait depuis lors, adopté ce système à une Voiture sur route, et nous ne saurions le conseiller, à cause de sa complication, et de sa faible capacité de parcours.

### **Moteurs à Acide carbonique**

Marc Isambart Brunel, ingénieur français né à Hacqueville (Eure) le 25 avril 1767, et que les gigantesques travaux qu'il exécuta en Angleterre ont rendu à jamais célèbre, paraît être le premier qui ait eu l'idée de combiner un Moteur à Acide carbonique.

L'Acide carbonique comprimé jusqu'à liquéfaction en 1814, par FARADAY, constitue en effet un moyen d'emmagasiner, sous un très pe-

tit volume, des quantités considérables d'énergie : BRUNEL le comprit ; mais le Moteur qu'il imagina ne fut qu'un appareil de laboratoire peu propre à des applications industrielles quelles qu'elles fussent.

Ghilliano et Christin, après les belles expériences de THILORIER, reprirent l'idée de BRUNEL, et inventèrent un moteur à acide carbonique pour lequel ils prirent un brevet en 1855.

Leur moteur, mieux conçu et plus simple que celui de BRUNEL, ne reçut cependant, pas plus que son devancier, d'applications pratiques.

**Moteur Marquis.** — MARQUIS prit à son tour un brevet en 1862, pour un moteur à acide carbonique complètement différent de celui de ses prédécesseurs. L'acide carbonique agit par sa force vive sur une roue à ailettes : c'est une turbine analogue aux turbines à vapeur de DE LAVAL.

L'appareil paraissait pratique, et offrait surtout cet avantage précieux, au point de vue de la construction d'un Véhicule automobile, de développer une grande force sous un petit volume.

Nous ne croyons pas cependant que l'on en ait

jamais fait application dans cet ordre d'idées.

**Voiture à Acide carbonique, système Belzon.**— M. BELZON, en 1891, prit un brevet pour une *Voiture à Acide carbonique*. Ce véhicule à la fois original et nouveau fut construit avec l'aide de quelques ingénieurs distingués ; mais il ne donna pas aux essais les résultats que l'on avait espéré, et cette affaire fut malheureusement abandonnée.

**Voiture à Acide carbonique fonctionnant aux États-Unis.** — Le moteur à Acide carbonique, cependant, se présente bien sous une forme capable de donner satisfaction aux *desiderata* des constructeurs de Véhicules automobiles, tant par son faible encombrement que par son poids restreint.

On a du reste été plus heureux dans cette voie aux États-Unis que chez nous, et la question de l'emploi de l'acide carbonique comme moteur paraît y avoir été complètement résolue.

**La New-Power Company**, de New-York, a construit une machine de tramway mue par ce moyen : la disposition générale est celle d'une machine à vapeur, sauf la distribution et quelques parties spéciales.

Le gaz est emmagasiné à l'état liquide, sous une pression de 70 kilogrammes par centimètre carré, dans des réservoirs en acier, et passe directement aux cylindres de la machine sans aucun intermédiaire de détendeur ou réducteur de pression.

Les cylindres ont 10 centimètres de diamètre et 15 de course ; les lumières d'admission sont des orifices de  $1/4$  de millimètre de diamètre, fermées par des soupapes portant sur un siège en caoutchouc ; la levée, très faible, leur est donnée par un mécanisme qui consiste en une combinaison de coulisse de changement de marche et de *distribution Corliss*.

Il y a, pour l'échappement, des lumières spéciales, de section plus grande.

On peut parer au refroidissement résultant de la détente en chauffant le tuyau d'admission au moyen d'un bec de gaz ; mais, on dit que son emploi n'est pas nécessaire, la marche intermittente de l'appareil faisant qu'il ne se produit pas un abaissement de température suffisant pour amener la congélation.

La machine est placée sous une voiture ordinaire de tramway : le fonctionnement est tout



à fait satisfaisant, et sa manœuvre des plus facile aux vitesses ordinaires en usage dans les rues des villes.

Voici les renseignements que l'on trouve dans les journaux américains, concernant les dépenses occasionnées par l'emploi de ce système.

La consommation de l'Acide carbonique liquide serait de 4530 grammes par cheval et par 24 heures. Or, le prix de l'acide carbonique liquide n'étant, à New-York, que de 37 centimes le kilogramme, la dépense par cheval pour 24 heures ressortirait à 1 f. 50, ou six centimes par cheval heure.

**M. Stenzel**, un ingénieur allemand, aurait récemment, nous dit notre camarade **MAX DE NANSOUTY**, combiné un moteur à acide carbonique léger pour une machine à voler : nul doute que s'il est assez puissant pour cet usage il ne puisse convenir pour actionner un Véhicule.

**L'Acide carbonique liquide**, vu son bas prix, nous semble absolument indiqué pour actionner des Voitures sans chevaux, et il nous paraît regrettable que des essais suivis n'aient pas été faits dans cette voie.

**MM. Francq et Marchena**, ont fait un moteur pour Véhicules, à Acide carbonique liquide combiné avec la vapeur d'eau accumulée dans un récipient d'eau chaude. Il y a là une conception technique et scientifique assez originale.

L'emploi de ces deux fluides permet, en effet, de supprimer tout échappement de vapeur en se servant la chaleur latente de vaporisation pour produire le réchauffement et mieux utiliser la détente de l'acide carbonique, en obtenant une nouvelle quantité de travail mécanique à laquelle vient s'ajouter celui produit par la vapeur d'eau.

Mais la complication inhérente à cet ensemble en indique l'emploi plutôt pour de grandes Voitures de Tramways, que pour les Véhicules destinés à circuler sur les routes ordinaires.



## CHAPITRE XIV

### *Voitures à Air comprimé.*

Denis Papin fut le Premier qui songea à trouver dans l'élasticité de l'air une force motrice utilisable; il procéda non pas par compression, mais par raréfaction de l'Air atmosphérique : au point de vue des lois physiques qui sont en jeu le principe est le même. C'est en 1687, que PAPIN présenta à la *Société Royale de Londres*, une *Machine propre à transporter au loin la force des rivières* (1).

Les expériences, qu'il en fit alors, furent loin d'être satisfaisantes. Mais pouvait-il en être autrement avec les tubes à joints imparfaits et les cylindres grossiers auxquels l'illustre inventeur avait dû demander la réalisation pratique de son idée. Ce qui est incontestable, et ses lettres à LEIBNITZ, ainsi que ses divers mémoires

(1) Cette machine est encore décrite dans les *Acta eruditorum*, Leptiæ, déc. 1688, p. 644, sous cette rubrique : *De usu tuborum prægrandium ad propagandum in longinquum vim motricem fluviorum.*

en sont autant de témoignages irrécusables, c'est qu'il avait la notion exacte de ce qu'on a appelé depuis la force élastique de l'air : c'est qu'il appréciait parfaitement ce ressort presque parfait, à la fois compressible et dilatable, de plus canalisable et de faible densité (1).

A l'aide d'une roue hydraulique et de deux immenses corps de pompe, PAPIN opérait le vide dans l'intérieur d'un long tuyau métallique. Dans ce tuyau, un piston violemment poussé par le poids de la colonne atmosphérique entraînait une corde attachée à l'extrémité de la tige, et cette corde devait transmettre au loin la force considérable soudainement produite par l'action de l'atmosphère.

Il faut aller jusqu'en 1776 pour voir les idées de PAPIN trouver dans les faits la démonstration qu'il avait lui-même inutilement tentée.

**William Murdoch**, en effet, employé de la maison BOULTON ET WATT, à Soho, réalisa alors, en fait, le problème de la transmission de la force à distance par le moyen de l'*Air comprimé*.

(1) Voir la Biographie de DENIS PAPIN, par CH. DE COMBEROUSSE publiée dans *le Chauffeur*, N° 10.

Le commencement du XIX<sup>e</sup> siècle offre ensuite une série d'études intéressantes faites par des ingénieurs anglais, mais sans qu'aucune d'elles paraisse avoir été réalisée pratiquement.

**Medhurst**, en 1800, prend un brevet pour une *nouvelle méthode perfectionnée de mener les voitures de toutes les sortes, au moyen d'un Moteur éolien*. Il propose un plan général de motion des Véhicules par l'Air comprimé lequel, par des canalisations, est distribué sur divers points du territoire.

Les machines à comprimer l'air y sont décrites avec détail, ainsi qu'un Moteur rotatif à Air comprimé, qui doit être adapté à chaque Véhicule.

**William Mann**, de Brixton, en 1822, étudia également l'emploi de l'Air comprimé à la Locomotion, se fit breveter en 1824, et publia, en 1830, un long mémoire sur ce sujet.

Il y décrit l'aménagement des usines de compression ainsi que celui des stations distributrices, réparties le long des routes à des distances de 15 à 20 milles environ (24 à 32 kilomètres). On y trouve également le dessin d'une Voiture à Air comprimé (figure 53) à 4

roues : les roues d'avant F, directrices au moyen du gouvernail *f*, de la poulie *p*, et d'une chaîne, et les roues d'arrière R, motrices par l'action d'un Moteur à piston M, sur lequel agit l'air comprimé renfermé dans 15 réservoirs, formant un volume total de 75 pieds cubes (2 mètres cubes et demi).

MANN, en comprimant cet air à 22 atmosphères pensait pouvoir parcourir 14 milles (22 kilomètres) et 34 milles (54 kilomètres), en le

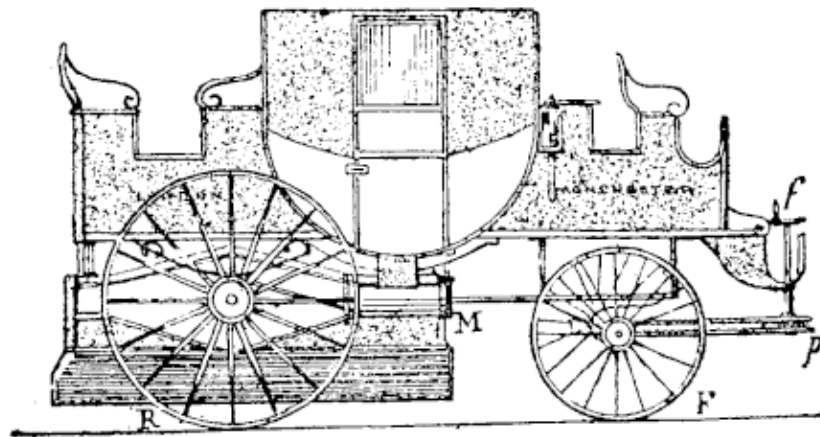


Figure 53. — Voiture à Air comprimé de W. MANN.

comprimant à 64 atmosphères). Il pensait que ce mode de locomotion reviendrait à environ un penny par mille (6 centimes par kilomètre).

MANN ne borna pas ses études à la compression de l'air : il proposa également de comprimer le gaz d'éclairage, de façon à le transporter facilement pour en faire usage dans les

maisons et établissements divers, éloignés des usines à gaz.

Wright, en 1830, a présenté un projet de Voiture (figure 54) étudié avec beaucoup plus de détails et plus pratiquement que les précédents. Ayant remarqué que la réfrigération intense produite par la détente constitue un inconvénient considérable des Moteurs à Air comprimé, il a imaginé de réchauffer celui-ci à

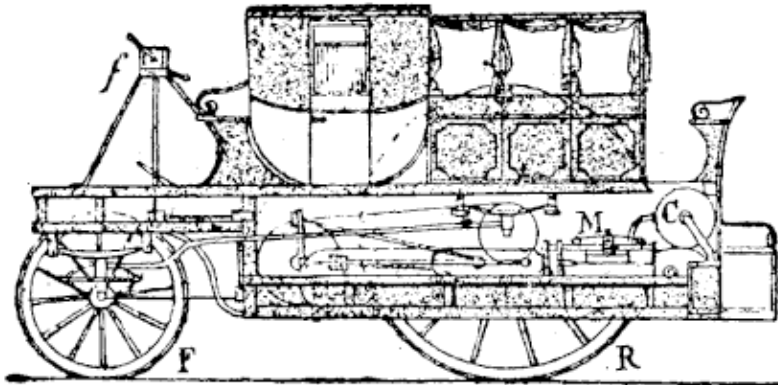


Figure 54. — Voiture à Air comprimé de WRIGHT.

son entrée dans le cylindre moteur M, au moyen d'une injection de vapeur produite dans une petite chaudière spéciale C.

La Voiture, très puissante, devait porter 12 voyageurs, suspendue sur 4 roues dont deux à l'avant F, directrices par la manœuvre du gouvernail *f*, et celles d'arrière R, de grand diamètre, motrices, actionnées chacune par un moteur à air comprimé distinct.

**Fordham**, en 1832, a publié également l'étude d'un système de Voiture à Air comprimé, mais sans que l'on puisse croire que son appareil, pas plus qu'aucun des précédents, ait jamais fonctionné.

On manque également de preuves certaines quant à l'existence de la Voiture à Air comprimé de RATHEN, qui aurait fonctionné à Putney en 1848.

La première Voiture à Air comprimé absolument authentique, est donc celle qui fut construite en 1840, par deux ingénieurs français, AUDRAND et TESSIÉ DU MOTAY (1).

Roussel, (1834), horloger à Versailles, construisit un petit modèle de voiture à air comprimé, qui roulait assez longtemps sur un parquet : AUDRAND ET TESSIÉ DU MOTAY, qui la virent fonctionner en font mention dans leur ouvrage, sur les *Emplois de l'air comprimé et dilaté comme moteur*.

**Moteur Allard.** — Les mêmes auteurs parlent également d'un mécanicien nommé ALLARD habitant à Guise, en Picardie, qui construi-

(1) Traduit d'une étude publiée par l'*Autocar* (28 février 1897).



sit un petit Moteur à air comprimé, qu'ils virent fonctionner. Mais c'était une machine fixe, que son inventeur ne songea pas à appliquer à la motion des Véhicules.

La Voiture Audrand et Tessié du Motay est représentée par la figure 55. Ces inventeurs, dans l'ouvrage qui vient d'être cité, et qui fut publié à Paris en 1840, s'étendent sur les diverses considérations qui les amenèrent à l'emploi

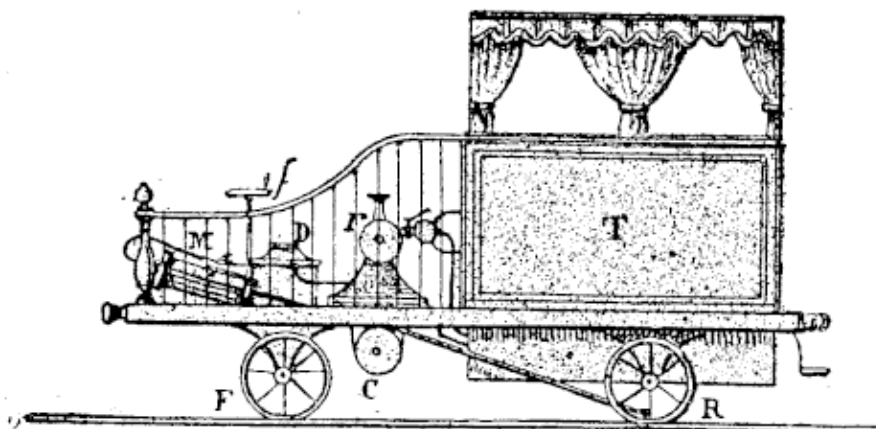


Figure 55. — Voiture AUDRAND et TESSIÉ DU MOTAY.

de l'Air comprimé pour actionner les Véhicules, et sur les procédés propres à l'obtenir.

La figure 55 représente la Voiture que ces inventeurs firent fonctionner sur une voie de chemin de fer, à Chaillot, le 9 juillet 1840. Sa construction et tout son aménagement, s'appliqueraient également bien à une Voiture pour routes ordinaires.

Les réservoirs d'air comprimé étaient fixés sous le véhicule, l'air arrivait sur l'avant-train, porté par une seule roue F, dans un régulateur *r*, puis au *Dilateur* D, chauffé par une grosse lampe, et de là au cylindre moteur M, agissant sur une bielle, qui actionnait directement l'essieu moteur des roues d'arrière R.

Sur cet essieu était monté une sorte de tapisserie, T, pouvant recevoir huit voyageurs. Le volant de direction *f*, et les robinets de manœuvre étaient en avant, sur la plateforme à la portée du conducteur. Un réservoir d'air à haute pression C, que les inventeurs ont dénommé *Cheval de Montagne* était destiné à venir à la rescousse pour gravir les pentes.

**Système Pecqueur, 1846.** — L'air comprimé, dans le système d'AUDRAND ET TESSIÉ DU MOTAY était produit dans une usine installée à cet effet, et les Voitures devaient, chaque fois que leur réservoir eut été vide, aller le remplir à l'usine, ou à certaines stations déterminées auxquelles celle-ci envoyait ses tuyaux.

ONÉSIPHORE PECQUEUR avait imaginé, en 1846, un système différent, par lequel une Locomotive roulant sur rails avait sa machine

motrice, de construction spéciale, constamment alimentée d'air à détendre, par un tuyau courant le long de la voie, entre les rails.

Ce dispositif, évidemment inspiré de celui du *Chemin de fer atmosphérique de Saint-Germain*, que tout le monde connaît, ne peut naturellement, être en aucune façon proposé pour actionner une Voiture automobile sur route; mais, nous avons tenu à le mentionner à nos lecteurs, qui ont vu déjà PECQUEUR à l'œuvre pour des travaux qui se rattachent beaucoup plus directement à notre sujet (1).

Les Locomotives à Air comprimé de M. Mékarski datent de 1872, elles procèdent directement de la machine AUDRAND et TESSIÉ DU MONTAY dont elles ne diffèrent pas quant au principe; mais, cet habile ingénieur en a fait certainement une création remarquable et nouvelle, par la perfection avec laquelle il a résolu toutes les difficultés du fonctionnement, au point d'avoir enfin ses *Locomotives* en service sur les tramways Parisiens.

Nous n'insisterons pas davantage d'ailleurs

(1) Voir ma *Seconde Étude*, les Voitures à Vapeur, page 97.

sur ces machines qui, obligées d'aller s'alimenter à des usines spéciales, ou à des bouches établies en des points fixes de leur parcours, ne peuvent, en aucune façon servir à actionner les *Véhicules automobiles sur Routes*.

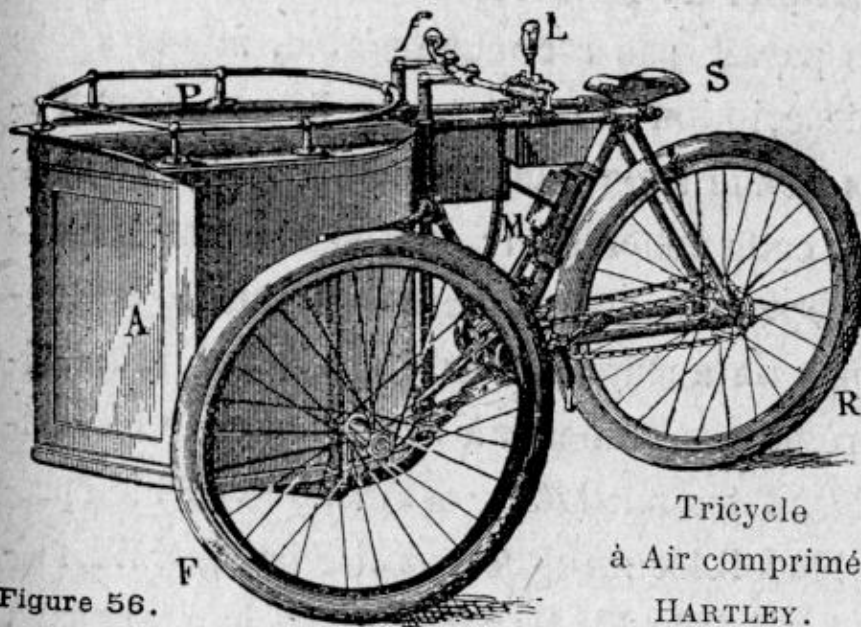
**Tricycle à air comprimé Hartley.** — L'application de l'Air comprimé à la Locomotion sur les routes paraît, cependant, avoir été reprise en Amérique dans ces dernières années.

Le **Tricycle Hartley**, construit par la *Hartley Power supply C°* de Chicago, serait même presque pratique (figure 56).

M. HARTLEY a pensé que le Moteur à Air comprimé à deux cylindres, qu'il a combiné, et appliqué en particulier à son tricycle, peut répondre aux *desiderata* très souvent exprimés, quant à l'utilité d'une petite machine légère, simple, compacte, sans vibrations et à changement de sens, propre à actionner des Véhicules et les embarcations de petite taille.

L'application faite au cas particulier semble assez réussie quoique ce Véhicule ait, à première vue, l'inconvénient inhérent, du reste, au système dont il est l'application, de devoir la majeure partie de son poids et de son volume

à la présence du réservoir à Air comprimé, A, porté par les deux roues d'avant F, directrices au moyen du Guidon double à deux poignées *f*. Tel qu'il est cependant il a, paraît-il, attiré l'attention de M. HESING le directeur des postes de Washington, et, il a été adopté par l'administration des postes à Chicago, afin de



remplaceur ne partie de sa cavalerie, pour porter les lettres.

Le moteur M, placé entre les trois roues, communique le mouvement à la roue d'arrière motrice R, au moyen de deux chaînes ; l'employé assis en S, a son sac placé sur le plateau P, et sous la main, le levier L, de manœuvre du mo-

teur M, dont la puissance est variable à volonté, du simple au double, pour les démarrages. Il peut tenir une vitesse moyenne de 8 milles à l'heure, de sorte qu'il peut couvrir, en 4 heures, le parcours de 32 milles que les voitures attelées ordinaires ne peuvent faire qu'en huit heures (40 kilomètres).

**L'Emploi de l'Air comprimé**, néanmoins, ne nous paraît pas recommandable, même après la description de cet appareil, que nous n'avons donné avec quelque détail que pour arriver à cette conclusion : que, si l'on est disposé à accepter cet inconvénient du Véhicule actionné par un accumulateur qu'il faut, à intervalles réguliers, ramener à la station pour le ravitailler, l'*Accumulateur Électrique* est bien préférable à l'*Accumulateur à Air comprimé*, même à celui de M. HARTLEY, que les journaux américains et l'*Autocar*, à qui nous avons emprunté cette description, nous présentent comme un modèle du genre.

---

## CHAPITRE XV

### *Diligences et Omnibus à Pétrole.*

#### **Diligence d'Oran à Mostaganem.**

Les gens qui ont aujourd'hui dépassé la cinquantaine ont seuls connu la *Diligence* dans toute sa splendeur, quoiqu'alors déjà, elle avait du plomb dans l'aile et commençait à être, par les premiers chemins de fer, poussée sur la grande route de l'oubli, la dernière qu'elle ait parcouru au galop effréné de ses percherons ornés de leurs sonnailles.

C'était un véritable édifice qui faisait, au passage, trembler les ponts et osciller les murailles. Au rez-de-chaussée : coupé, intérieur, rotonde et un premier, protégé par la bâche des bagages. Treize voyageurs en bas (nombre fatidique) 3 en haut, total 16 : on descendait aux montées pour se dégourdir les jambes.

Ayant remplacé les *Turgotines* en 1894, elle est aujourd'hui complètement disparue, en France, mais non en Algérie.

Les chemins de fer, en effet, sont encore peu développés dans la plus belle de nos colonies; de plus le matériel est détestable, et les vitesses supérieures à 30 kilomètres y sont inconnues. Les diligences y sont par contre, d'allure relativement rapide : 10 kilomètres à l'heure, de sorte que neuf heures sont nécessaires pour effectuer le trajet d'Oran à Mostaganem, sur lequel elles exécutent un trafic important.

Comme la route est belle, avec des pentes dont l'importance ne dépasse pas 65 millimètres par mètre, l'idée vint facilement de remplacer l'antique véhicule attelé de six chevaux arabes par une *Diligence automobile*.

Mais, en pareilles affaires, l'idée est peu de chose si l'on n'a pas le courage de l'exécution.

M. CAFFARET ingénieur militaire, depuis longtemps honorablement connu en Algérie, a eu le mérite de cette dernière, et c'est grâce à son énergie et à son expérience pratique qu'a été créée vers la fin de l'an dernier, la *Société des Diligences automobiles* d'Oran à Mostaganem.

La Société s'étant décidée pour l'emploi des moteurs à pétrole il lui restait à rencontrer



un constructeur capable d'établir un Véhicule pouvant transporter 16 voyageurs, plus quatre à cinq cents kilogrammes de bagages ou colis divers, à une vitesse moyenne de 18 kilomètres à l'heure. Elle l'a trouvé dans la personne de M. THÉODORE CAMBIER, chef de la Maison de construction CAMBIER ET Cie, de Saint-Maurice-lès-Lille, qui a combiné une automobile accomplissant le parcours d'Oran à Mostaganem (environ 90 kilom.) en 5 heures 1/2.

**La Diligence à pétrole Cambier** est représentée par les fig. 57 et 58, vue latéralement et en bout.

La Voiture comprend deux parties distinctes : 6 places en avant pour les secondes classes, avec portière en M, et quatre places très confortables à l'arrière en première classe, avec portière en P ; les six autres voyageurs sont logés au premier étage (sur l'impériale) en deux banquettes transversales H et h, et couverts par une bâche G, soutenue avec des cerceaux g, sous laquelle sont également abrités 500 kilogrammes de bagages et colis divers.

A l'avant est établi un siège S, où prennent place le Contrôleur et le Mécanicien-conducteur, qui a sous la main tous les leviers de



commande :  $e$ , pour l'embrayage et le débrayage du moteur ;  $n$ , pour les changements de vitesse ;  $v$ , pour les freins à sabots ;  $r$ , pédale pour les freins des moyeux et  $f$ , pour la direction par les roues d'avant-train F.

Les roues d'arrière R, sont motrices sous l'action d'une chaîne, actionnée par le pignon  $p$ , et qu'une disposition spéciale permet de conserver toujours à la même tension.

Le moteur d'une force effective de 25 à 30 chevaux est composé de trois cylindres à explosion C, placés à l'avant, qui actionnent directement l'arbre vilebrequin A ; l'arbre auxiliaire  $a$ , parallèle aux essieux, en reçoit le mouvement au moyen d'un engrenage E, et porte un harnais d'engrenages dont la correspondance variable avec ceux de l'arbre du différentiel  $d$ , permet d'obtenir les diverses vitesses convenables. Un arbre longitudinal D, communique, par deux engrenages coniques, les mouvements au pignon de chaîne  $p$ .

Les plus fortes rampes, mesurant 65 millimètres de pente, sont gravies à une vitesse de 8 à 9 kilomètres à l'heure ; la plus petite vitesse est de 4 kilomètres, pour les démarra-

ges sur les côtes, et la plus grande peut atteindre 28 kilomètres : même à cette allure, par l'action simultanée de ses deux freins à sabots et de ses deux freins sur les moyeux, la Voiture peut être arrêtée presque instantanément.

Tout le mécanisme est renfermé dans une boîte étanche B b, qui contient de l'huile et graisse les bielles, vilebrequins et coussinets. Le refroidissement des cylindres est obtenu à l'aide d'une circulation d'eau provoquée par une pompe : un réfrigérant à grande surface, placé à un endroit propice, permet de maintenir l'eau à la température la plus convenable.

Le carburateur est d'un système perfectionné absolument nouveau, et l'allumage se fait à volonté, avec tubes incandescents chauffés par des *Brûleurs Longuemare*, ou bien par l'électricité. Cette dernière paraît préférable pour faciliter la mise en route, qui peut ainsi se faire avec une faible compression dans les cylindres moteurs : les pistons ayant un assez fort diamètre, il devient presque impossible de faire tourner l'appareil à la main quand la pression est au degré nécessaire pour que le mélange explosif se puisse allumer par incandescence.

**Les Omnibus à Pétrole.**

M. FISSE, est en même temps qu'un des plus anciens constructeurs de Voitures automobiles de Paris, l'un de nos plus habiles *Chauffeurs* : il a, autant que quiconque le *geste habile et le coup d'œil d'un Kabile*, que PIERRE GIFFARD a signalés comme les premiers et indispensables attributs du Conducteur d'automobiles.

M. FISSE, qui construit dans ses ateliers de la rue Maublanc (Paris-Vaugirard) tous les genres d'Automobiles à la volonté du client, s'est fait une spécialité des grandes Voitures de louage : tout le monde se souvient encore de la *Noce automobile* des Batignolles et du *Landau de la Mariée* ; il établit également des Omnibus, Voitures de famille, etc...

**L'Omnibus de M. Fisse** est représenté par les fig. 60 et 61, en élévation latérale et en plan.

**Le Moteur Benz du type actuel**, qui actionne ce Véhicule, est représenté en perspective par la figure 59 : il est à un seul cylindre C, et à quatre temps. L'arbre vilebrequin A porte, d'un côté, le volant V, avec la Poulie de transmission P, et à l'autre bout, l'engrenage E,

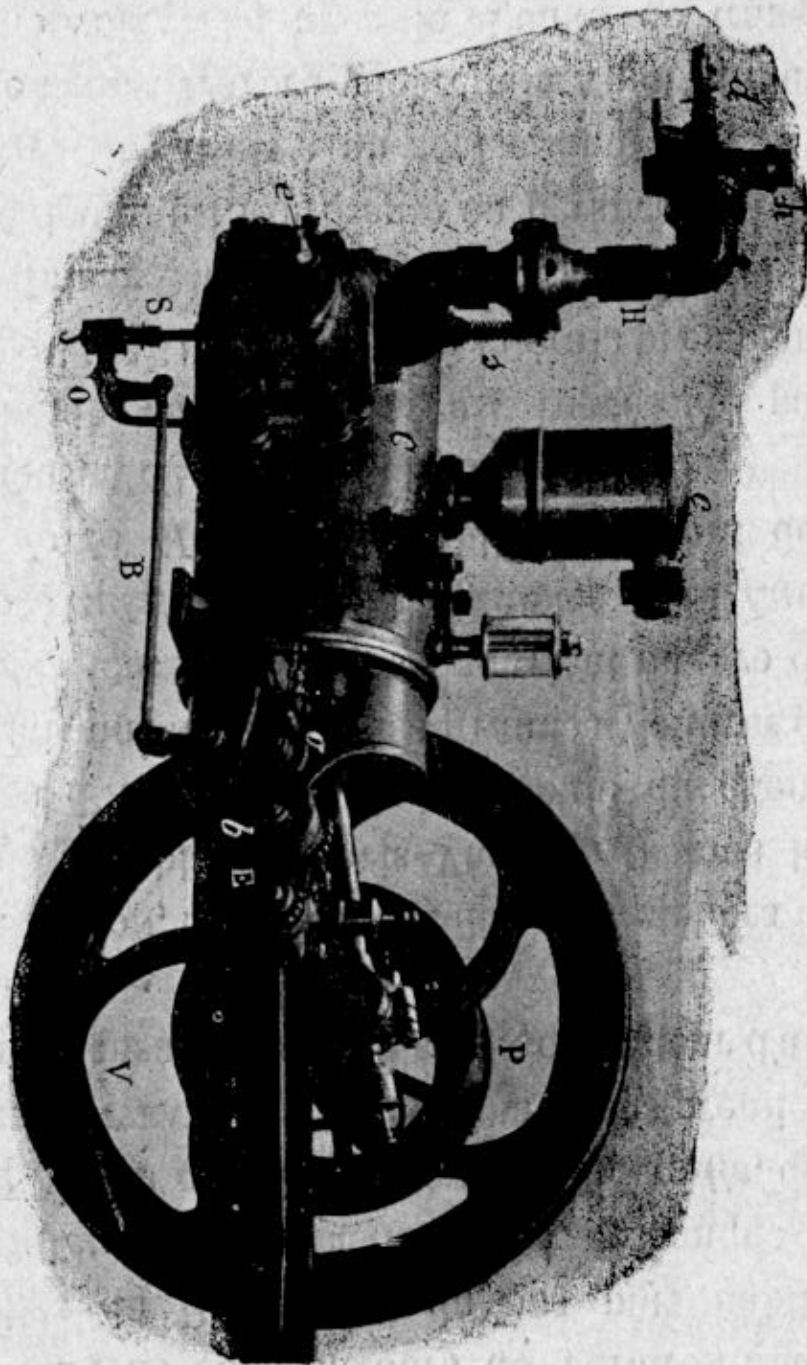


Figure 59. — Nouveau moteur du système Benz, des Voitures Tiszon.

puis la bague à interruption *b*, qui produit l'allumage avec la bougie électrique *e*.

La soupape *S*, d'expulsion, est ouverte par la bielle *B* et le levier coudé articulé en *O*, qui sont actionnés par la came *o*.

Dès le début de la période d'aspiration (1<sup>er</sup> temps), les vapeurs d'hydrocarbure, produites dans le réservoir à pétrole vaporisateur *D* (figures 60 et 61), sont appelées par la soupape *d*, tandis que l'air arrive librement en *h* : le mélange opéré dans le renflement *H*, est introduit par la soupape d'admission *s*.

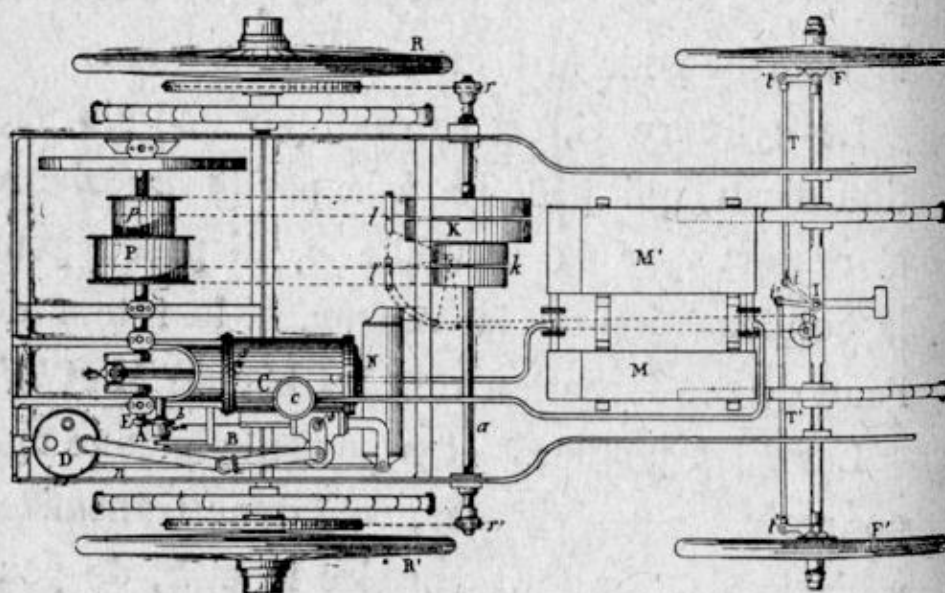
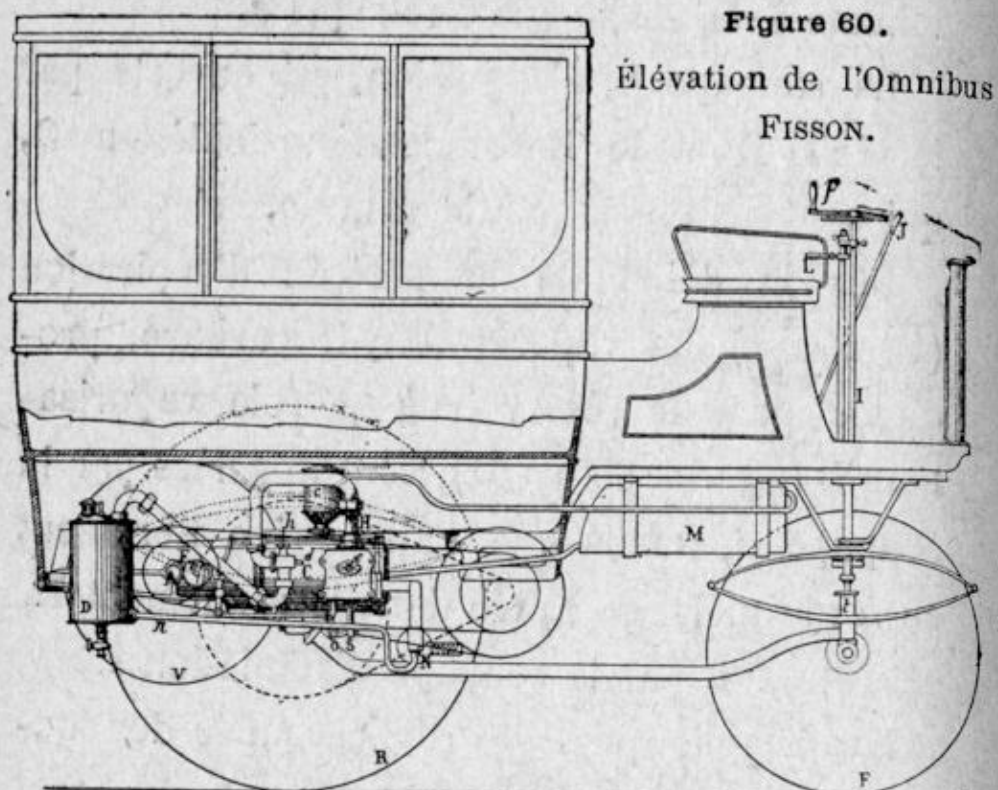
La chapelle qui supporte l'ensemble des soupapes *S*, *s*, et de la bougie *e*, peut s'enlever facilement pour la visite et le nettoyage.

Le cylindre *C*, est refroidi par une circulation d'eau, qui pénètre à la partie inférieure et ressort par la bouteille *c*, disposée pour la condensation de la vapeur, et le retour de l'eau de condensation vers les bâches *M* et *M'*.

Les deux poulies *P* et *p* portent chacune une courroie : deux vitesses, sont donc transmises à l'arbre *a*, par deux couples *K* et *k*, de poulies folles et fixes.

Les courroies sont mises à volonté sur la





**Figure 61.** — Vue en plan du Mécanisme de l'Omnibus.



poulie fixe ou sur la poulie folle au moyen des fourchettes  $l$   $l'$  manœuvrées par le levier  $L$ , placé sur le siège à la portée du conducteur. Les pignons  $r$   $r'$ , communiquent le mouvement, par les chaînes et les couronnes dentées calées sur les moyeux des roues motrices  $R$   $R'$ .

La direction s'obtient au moyen du volant  $f$ , qui, agissant directement sur l'axe vertical  $I$ , fait tourner les leviers  $i$  et  $i'$ , lesquels par les tiges  $T$  et  $T'$  agissent sur les pivots  $t$  et  $t'$  des roues directrices  $F$  et  $F'$ .

$M$  et  $M'$  sont les réservoirs d'eau, et  $N$ , la chambre d'expansion et de sortie pour le départ des gaz brûlés, dont partie va, par le tuyau  $n$ , chauffer le double fond du réservoir vaporisateur  $D$ . Le levier  $J$  commande un des freins, l'autre étant actionné par une pédale.

Le moteur fait 300 à 400 tours à la minute, et les deux vitesses varient entre 8 et 20 kilomètres à l'heure. Cela ne constitue pas des Voitures de course, mais de bons Véhicules usuels tels qu'on les peut souhaiter pour des services publics à voyageurs.



## CHAPITRE XVI

### *Fiacres automobiles à Pétrole.*

Paris a frémi à la menace de lancer dans nos rues, subitement, 500 fiacres électriques. Renseignements pris, il s'agissait de *deux* fiacres

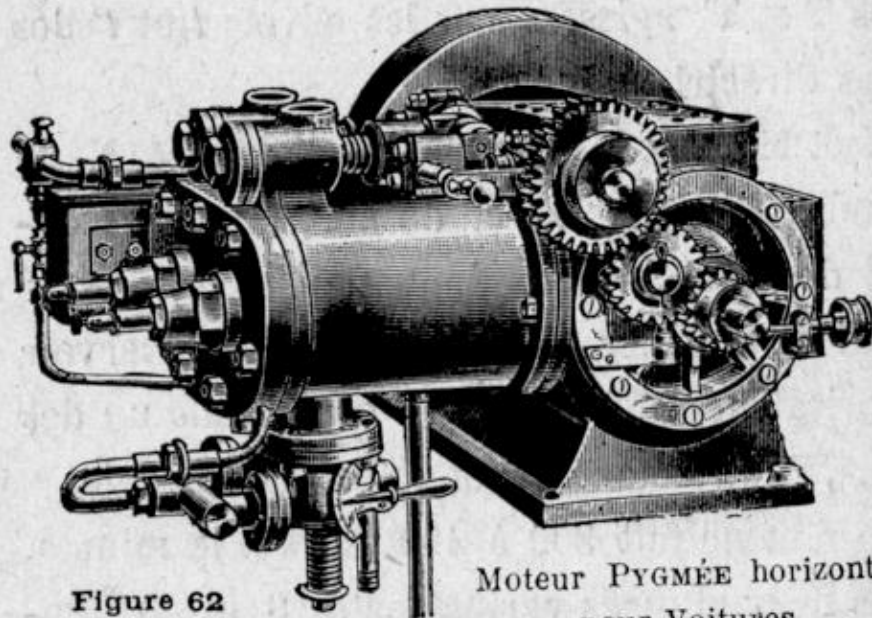


Figure 62

Moteur PYGMÉE horizontal  
pour Voitures.

automobiles que la *Compagnie générale des Voitures de Paris* veut expérimenter, avant de prendre des résolutions définitives.

Nous croyons, dès lors, intéressant de décrire quelques nouvelles Voitures réunissant les qualités nécessaires à un Fiacre automobile.

**Nouvelle Voiture Léon Lefebvre.**

Les nouvelles Automobiles Léo, représentées en élévation latérale par la figure 66 et en plan par la figure 67, font preuve de la part de leur auteur, M. LÉON LEFEBVRE, d'un travail très sérieux, qui a eu pour résultat d'importants perfectionnements. La caractéristique de ces perfectionnements est la disposition d'un mécanisme très réduit, enfermé dans une boîte B, complètement close, et dont les engrenages sont *toujours en prise*, ce qui évite les réactions et les chocs dangereux qui se produisent trop souvent, comme suite de l'embrayage par la mise en rapport direct de roues dentées en mouvement : la figure 63 représente le détail de ce mécanisme, vu en plan.

Le *Moteur Pygmée* à deux cylindres, nouveau modèle, représenté en élévation perspective par la figure 62, est placé en C, à l'arrière de la Voiture : son arbre A, porte, après le volant V, une poulie à joues M qui, par une courroie, communique le mouvement à une autre poulie *m*, calée sur un arbre intermédiaire *a*, tournant fou sur l'arbre E, des pignons

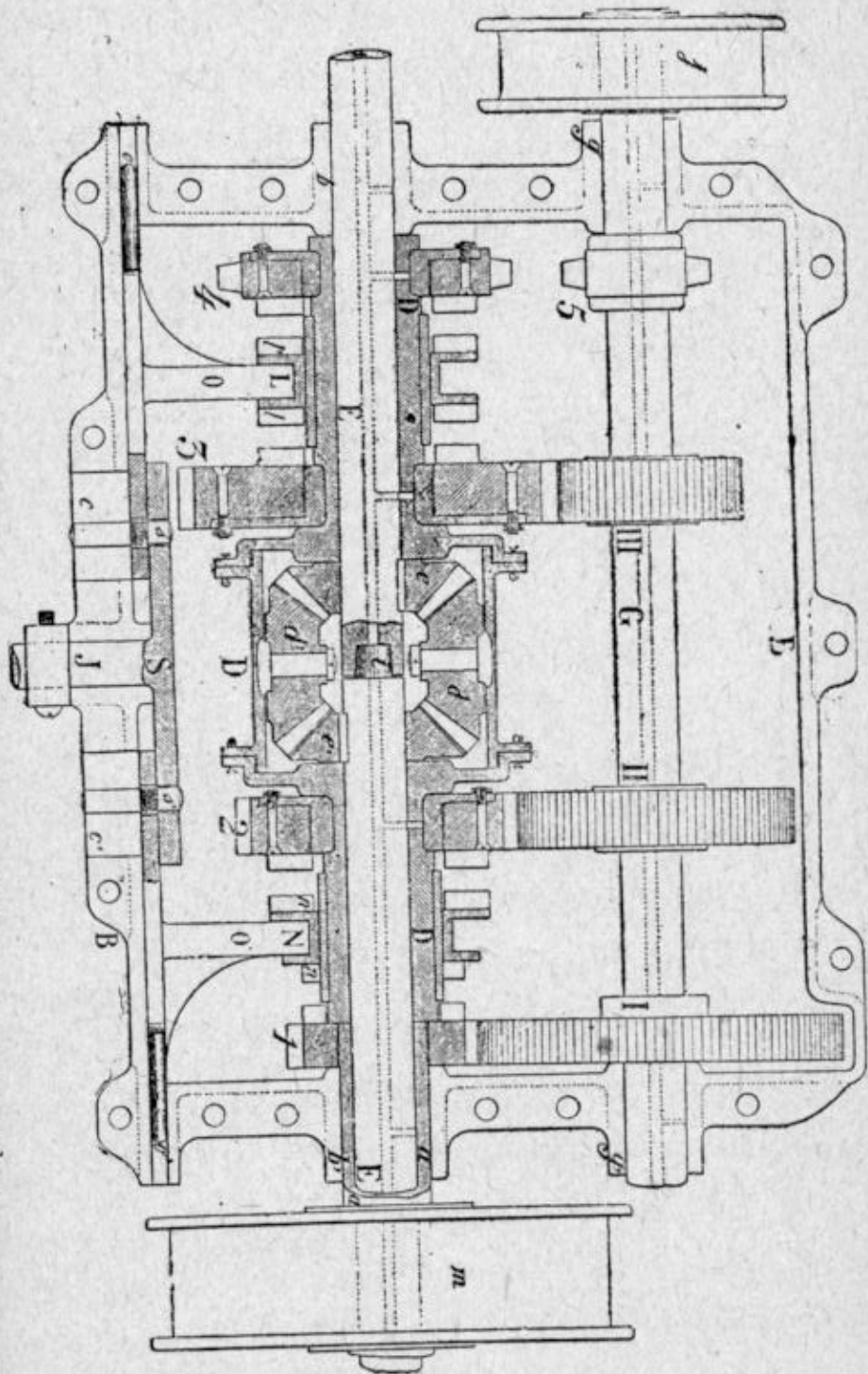


Figure 63. — Détail du Mécanisme et des Embrayages, en plan.

de chaîne  $p$ , et soutenu dans le palier  $b'$ .

Sur cet arbre  $a$ , est calé un pignon droit 1, qui engrène avec la roue d'engrenage I, calée sur l'arbre G, tournant sur les paliers  $gg'$  pris dans la boîte B; sur ce même arbre, sont également calées les roues II et III, constamment en prise avec les pignons 2 et 3, qui sont montés fous sur la boîte D, du différentiel placé au milieu du système et s'allongeant à gauche et à droite autour de l'arbre E, qui tourne à frottement doux à l'intérieur, soutenu à une extrémité par le palier  $b$ , et à l'autre par l'arbre creux  $a$  et son palier  $b'$ . Enfin, un quatrième mobile 4, également fou sur la boîte D, est en communication par une chaîne de Galle avec le pignon denté 5, toujours calé sur l'arbre G.

La boîte D, porte intérieurement les pignons coniques planétaires  $d$   $d'$  du différentiel, engrenant avec les roues  $e$   $e'$ , calées sur les extrémités internes de l'arbre E, en deux tronçons indépendants, dont la direction suivant un axe commun est maintenue par le tourillon  $i$ .

Les prolongements latéraux de cette boîte D, sont solidaires par de longues clavettes de deux manchons d'embrayage L et N, dont les

déplacements sont commandés par deux fourchettes  $O$  et  $O'$ , fixées à deux glissières  $o$  et  $o'$ ; des dents  $n$   $n'$  et  $l$   $l'$  sont ménagées sur les couronnes externes de ces manchons de façon à s'engager facilement dans des encoches correspondantes disposées en regard sur les pignons 1 et 2, 3 et 4.

Dès lors, suivant que, par des mouvements appropriés donnés aux manchons  $N$  et  $L$ , on accouplera l'un d'eux avec le pignon 1, 2, 3

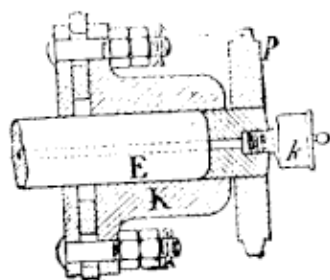


Figure 64. — Palier.

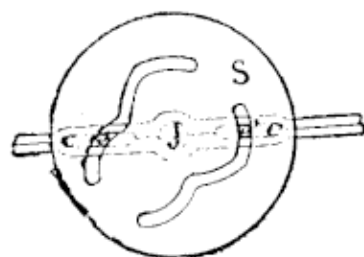


Figure 65. — Disque.

ou 4, on communiquera à la boîte  $D$ , du différentiel, des vitesses décroissantes de 1 à 3, et de sens contraire pour 4 : on obtiendra donc trois vitesses différentes, pour l'arbre  $E$ , des pignons de chaîne, et la marche arrière.

Ces mouvements sont obtenus très simplement par la manœuvre du disque  $S$ , dans lequel sont tracées deux rainures de forme appropriée : deux goujons  $s$   $s'$ , sont engagés

dans ces rainures et fixés aux glissières  $o$  et  $o'$ , qui font corps avec les fourchettes  $O$  et  $O'$ , en même temps qu'ils sont guidés en ligne droite par les mortaises  $c$   $c'$ .

Le simple examen de la figure 65, permet de comprendre que, suivant les positions données au disque  $S$ , en agissant sur l'axe horizontal  $J$ , les goujons seront amenés dans les positions convenables pour que les fourchettes  $O$  et  $O'$  opèrent l'embrayage de la boîte du différentiel  $D$ , avec le pignon 1, 2, 3 ou 4, suivant le besoin. On voit que tandis qu'un goujon  $s$ , reçoit de sa rainure les mouvements propres à embrayer, l'autre  $s'$ , ne bouge pas de place, se trouvant engagé dans une portion de rainure circulaire : aucun embrayage ne peut donc avoir lieu à faux.

Le graissage de tout le mécanisme se fait par deux canaux ménagés à l'intérieur des arbres  $G$  et  $E$ , à l'extrémité desquels sont disposés des graisseurs à graisse consistante, tels que  $k$  ; la boîte  $D$ , du différentiel peut être maintenue pleine d'huile.

Les figures 66 et 67 montrent que, par suite de la communication souple par courroie entre



Figure 66

*Fiacre à Pétrole*  
en élévation.

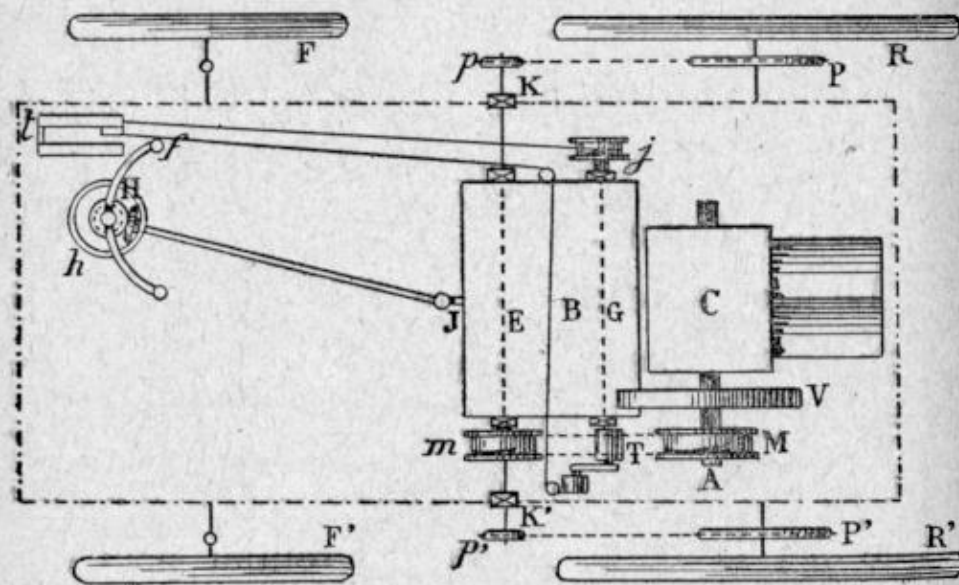
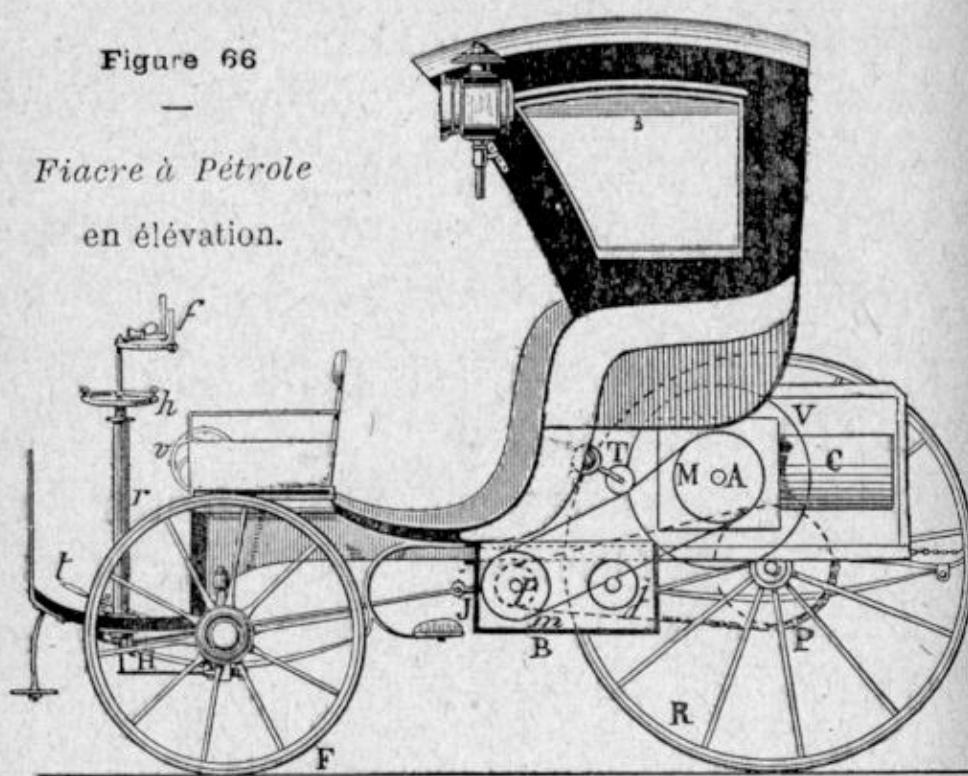


Figure 67. — Nouvelle Voiture LÉON LEFEBVRE, en plan.



M et  $m$ , les à-coups du mécanisme ne sont pas transmis au moteur et réciproquement : cette courroie est soumise à l'action d'un tendeur T, suspendu au bout d'un bras de levier constamment rabattu par l'action d'un ressort spirale. Ce levier peut être relevé par une cordelette, qu'un jeu de petites poulies à gorge rattachent à une pédale  $t$ .

Lorsque l'on veut supprimer l'action du moteur sur le mécanisme contenu dans la boîte B, il suffit d'appuyer sur cette pédale progressivement : le mouvement se ralentit d'abord, par suite du glissement de la courroie, puis cesse tout-à-fait, dès qu'elle est suffisamment détendue pour ne plus entraîner la poulie  $m$ . En appuyant plus encore sur la pédale  $t$ , on freine la poulie  $j$ , calée sur l'arbre G.

On voit que ce frein ne peut agir qu'après débrayage du moteur : ce système donne des démarrages très doux et sans chocs.

La boîte B, est fixée au châssis de la Voiture de façon à ce que les arbres G et E soient parallèles aux essieux et à l'arbre A, et de sorte que l'arbre E s'engage librement dans les paliers K et K', fixés au châssis : pour éviter

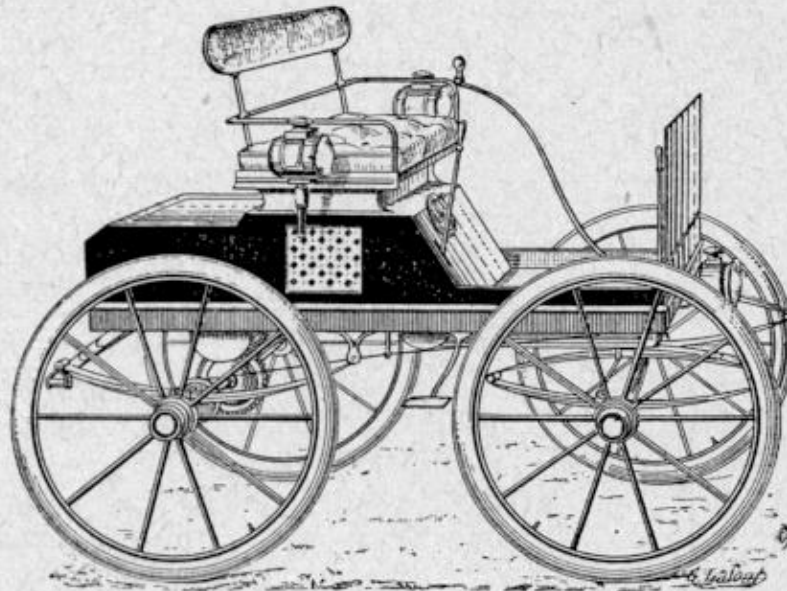
l'ondulation de cet arbre, muni de 4 paliers, les boulons qui fixent les paliers K et K' au châssis sont mobiles latéralement dans des ouvertures oblongues (figure 64) qui leur permettent de se mettre bien en ligne, suivant l'axe de l'arbre E. Celui-ci sort au-delà de ces paliers, pour porter les pignons  $p$  et  $p'$ , qui, par les chaînes et les couronnes dentées P et P', calées sur les moyeux des roues R et R', donnent le mouvement à ces dernières.

La Voiture est dirigée au moyen de deux arbres verticaux télescopés maintenus dans un tube en fer  $r$ , fixé devant le siège (fig. 66).

L'arbre intérieur porte le guidon  $f$ , qui fait mouvoir les roues F et F', autour de leurs pivots. L'arbre extérieur porte à sa partie inférieure un engrenage conique H, qui agit, avec un joint de Cardan, sur l'arbre J, sortant de la boîte sur sa face d'avant : suivant les mouvements donnés au volant  $h$ , on imprime à l'arbre J, les angles de rotation qui font varier les vitesses, en mettant en jeu, à volonté, les pignons 1, 2, 3 ou 4. Un frein de sûreté agit directement sur les moyeux des roues R et R', manœuvré par une seconde pédale, ou par le volant à main  $v$ .

**Les Voitures Gauthier et Wehrlé.**

La Voiture Wagonnette établie par MM. GAUTIER ET WEHRLÉ, représentée en élévation perspective par la figure 68 est à la fois simple, légère et confortable : elle est construite d'après deux types distincts, suivant que la transmission s'effectue avec ou sans chaîne.



**Figure 68.** — Voiture Wagonnette GAUTIER ET WEHRLÉ.

La Wagonnette, avec ou sans chaîne diffère peu dans sa forme extérieure et constitue une excellente petite Voiture légère dont le Moteur, parfaitement équilibré, fonctionne très régulièrement, et est mis en marche immédiatement, grâce à un allumage électrique spécial.

Les vitesses sont calculées pour 8, 16 et 24 kilomètres à l'heure, et le roulement est de la plus grande douceur grâce à l'emploi des *bandages pneumatiques Michelin* dont l'usage ne peut occasionner aucun inconvénient, étant donnée la légèreté de ces Voitures.

La Wagonnette sans chaîne est représentée en plan par la figure 69. Le Moteur composé de

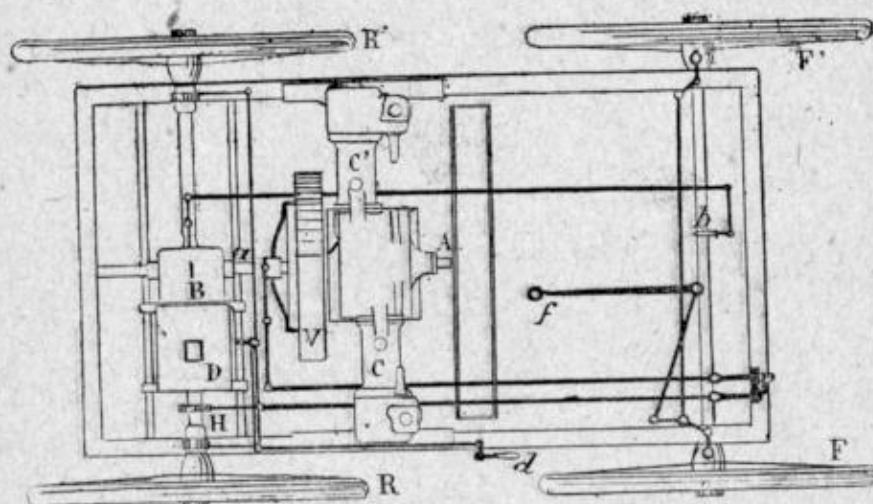
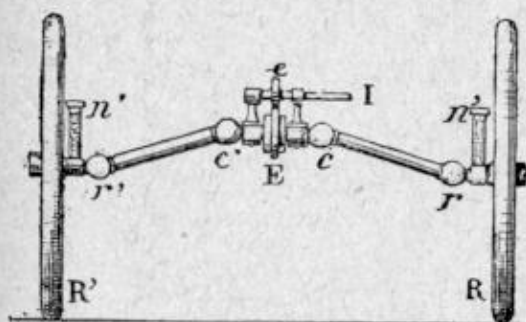


Figure 69. — Wagonnette sans chaîne.

deux cylindres C C', horizontaux opposés, à quatre temps, dont les axes sont parallèles aux essieux, est placé à l'arrière. Sur son axe A, est calé le volant V, qui contient un embrayage progressif breveté, lequel est actionné depuis l'avant par la pédale P, qui agit en même temps sur le frein H.

L'arbre *a*, qui porte la partie mobile du débrayage, communique par un pignon d'angle le mouvement aux engrenages de changement de marche contenus dans la boîte B, et dont les déplacements sont commandés par l'action du levier *b*. Dans l'autre boîte D, sont enfermés les trains d'engrenages, manœuvrés par le levier *d*, qui permettent d'obtenir deux vitesses différentes, pour l'arbre I, lequel communique le mouvement par le pignon *e*, à la couronne



**Figure 70.**  
—  
Vue  
de l'essieu d'arrière  
de  
la Wagonnette  
sans chaîne.

dentée E, calée sur le Différentiel monté au milieu de l'essieu auquel, le mouvement est ainsi donné sans chaînes.

Les deux roues motrices R et R' sont jointes à cet essieu au moyen de deux joints de Cardan chacune, *r c*, *r' c'*, de façon à permettre les oscillations du mécanisme attaché à la caisse, qui est suspendue sur les ressorts *n n'* (fig. 70).

La direction se fait par les roues de devant



F, F' montées avec l'essieu brisé ordinaire, sur les pivots duquel on agit au moyen du gouvernail *f*.

La Wagonnette avec Chaîne est représentée en plan par la figure 71. Le Moteur à deux cylindres opposés C C', fixé aux châssis *c*, à l'arrière

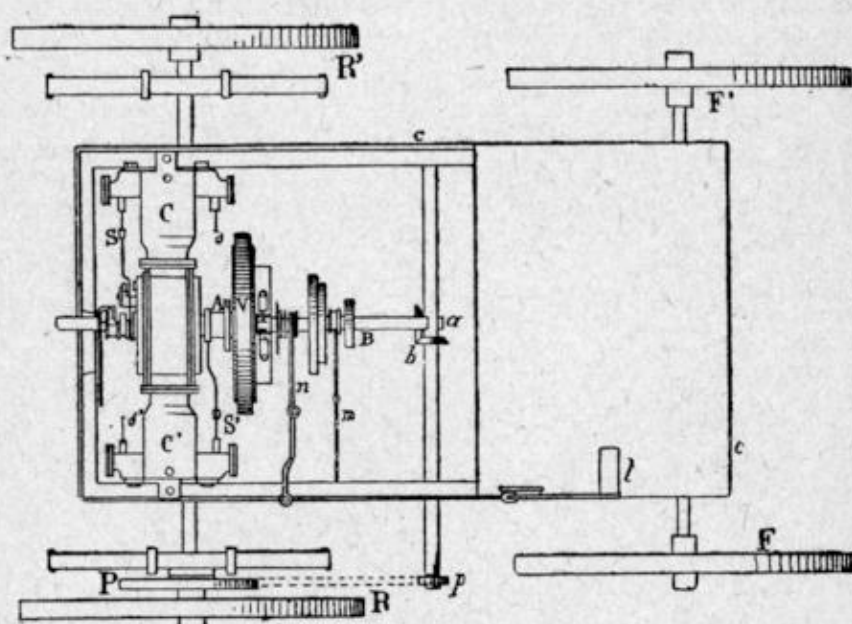


Figure 71. — Wagonnette avec Chaîne.

de la Voiture, diffère peu du précédent : son axe horizontal est parallèle aux essieux, et l'arbre moteur A, porte le volant V, à l'intérieur duquel est placé le système d'embrayage progressif. Celui-ci fait corps avec l'arbre en prolongement de A, qui porte le manchon des changements de vitesses B, garni de son train

d'engrenages qui s'engagent à volonté dans les roues et pignons de rapports convenables, calés sur l'arbre  $a$ , parallèle à  $A$ , et placé en dessous, dans le même plan vertical.

Cet arbre  $a$ , se termine par une roue d'angle  $b$ , qui engrène avec une roue semblable calée sur l'arbre transversal du pignon  $p$ , lequel, par le moyen d'une chaîne et de la couronne dentée  $P$ , fait tourner la boîte cylindrique du train différentiel, qui est monté sur l'essieu des roues motrices  $RR'$ .

Pour débrayer, le conducteur appuie sur la pédale  $t$ , qui agit sur le levier  $n$ , et, pour changer de vitesse, il actionne le levier  $m$ , dont l'extrémité se présente à la main droite du conducteur, sur le siège.

Les soupapes d'expulsion  $S$  et  $S'$ , disposées symétriquement de part et d'autre de l'axe du véhicule, sont mues par le moteur, tandis que les soupapes d'admission  $s$  et  $s'$ , fonctionnent automatiquement.

La direction s'effectue par l'avant, dont les deux roues  $F F'$ , montées sur un essieu brisé sont manœuvrées du siège au moyen du gouvernail ordinaire.

### Coupé à pétrole L. Triouleyre.

Le Coupé Automobile à double Suspension, *système* L. TRIIOULEYRE, est représenté en coupe verticale par la figure 74, et en plan-coupe horizontal par la figure 75; il se compose de deux parties distinctes :

1° le châssis, sur lequel est monté tout le mécanisme, et qui est porté directement sur les essieux, par l'intermédiaire de ressorts;

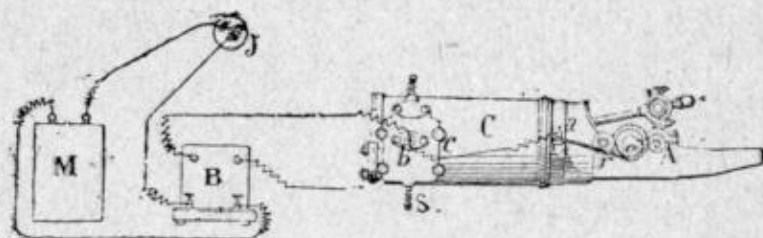


Figure 72. — Allumage électrique.

2° la Caisse absolument indépendante, et reliée au Châssis par d'autres ressorts G G' ce qui évite aux voyageurs les trépidations.

Le Moteur à essence est d'un type ordinaire à quatre temps, et tourne à une vitesse moyenne de trois à quatre cents tours par minute. Il se compose d'un cylindre C, à double enveloppe, d'une boîte à explosion c, et d'un bâti sur lequel est monté l'arbre vilebrequin A.

L'Allumage électrique à interruption com-



porte un Accumulateur M (figure 72), une Bobine d'induction B, et une Bougie électrique *b*, avec un Interrupteur fixe J. L'accumulateur, qui peut durer 70 à 80 heures, est parfaitement étanche; il conserve, au repos, son énergie électrique pendant plusieurs mois, et se recharge facilement avec des piles primaires, ou sur un courant quelconque de deux ou trois ampères : de ses deux bornes partent les fils qui le réunissent à la bobine B.

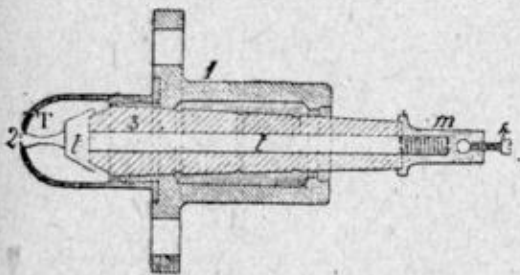


Figure 73.

—  
Bougie  
d'Allumage électrique.

La Bougie d'allumage (figure 73) est fixée sur la boîte à explosion *c*, par une tubulure métallique *1*, et porte à l'intérieur une douille également en métal *T*, percée d'un trou circulaire *2*. Une tige en platine *t*, isolée par un garnissage en porcelaine *3*, est fixée à la borne extérieure *b*, à laquelle le fil est relié par la vis *4* : c'est entre la tige *t* et la douille *T*, que jaillit l'étincelle.

La figure 72 montre que, des deux fils par-

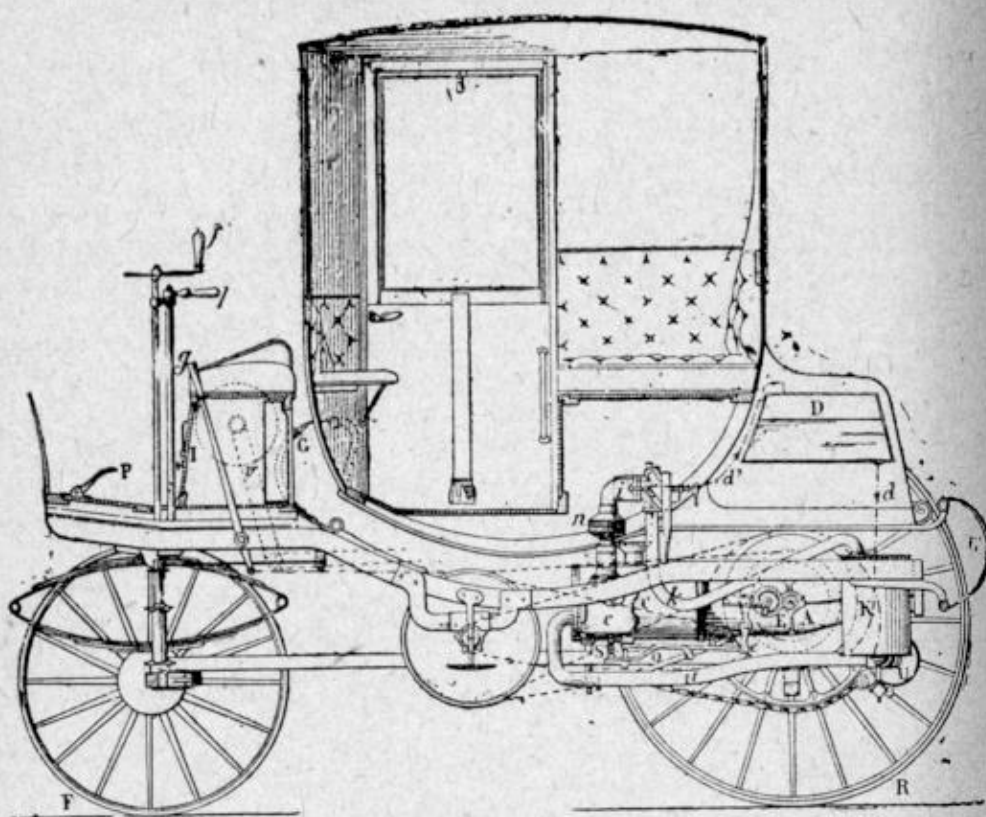


Figure 74. — Fiacre automobile fermé à Pétrole.

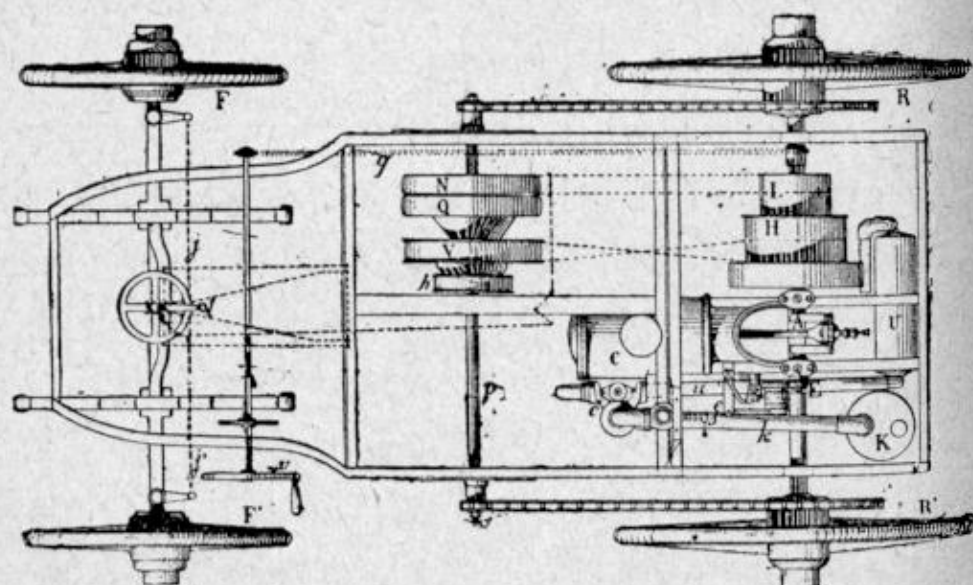


Figure 75. — Plan du Fiacre fermé système TRIIOULEYRE.

tant de l'accumulateur M, pour aller à la bobine B, l'un passe par l'interrupteur fixe J, qui sert simplement à supprimer le courant pendant l'arrêt de la Voiture.

De la bobine B, l'un des fils traverse la bougie *b*, et va se fixer à la borne *a*, montée sur un ressort *r*, isolé du moteur, et par lequel s'établit le courant tant qu'il est en contact avec la came *o* : lorsque, par suite de l'évidement de la came, le courant est subitement interrompu, l'étincelle jaillit en 2 (figure 73).

L'introduction du mélange tonnant dans le cylindre et dans la boîte *c*, se fait automatiquement durant la course aspirante du piston, par la soupape *s*, et l'échappement, au quatrième temps, a lieu par la soupape S, soulevée par un jeu d'engrenages, de cames et de leviers E et O.

Le réservoir à essence, d'une capacité suffisante pour 100 kilomètres de parcours, alimente directement le carburateur K, dont le fond est chauffé par une partie des gaz d'échappement. L'air s'y introduit par la partie supérieure, s'y carbure, puis est aspiré par le conduit *k*, et pénètre dans la boîte *c*, en traversant, additionné de l'air qu'il a pris en route, les toiles mè-

talliques disposées dans le renflement  $n$ , dont l'effet est de rendre le mélange explosif plus intime, en même temps qu'elles empêchent toute propagation de l'inflammation en arrière.

Le réglage de l'air, qui s'introduit sur le parcours s'obtient au moyen d'un robinet, dont la clef  $i$ , se manœuvre depuis le siège, par un levier  $I$ , qui se meut sur un cercle gradué, et dose en même temps la quantité du mélange introduite dans le cylindre  $C$ .

Le départ de la soupape  $S$ , se fait par le conduit  $u$  et la boîte  $U$ , dans laquelle sont disposées plusieurs chicanes pour éteindre le bruit de l'échappement.

L'eau de refroidissement est contenue dans la bâche  $D$ , et sa circulation s'effectue en thermosiphon par les tuyaux  $d$  et  $d'$ .

La transmission s'opère au moyen du cône à deux étages  $H L$ , calé sur l'arbre  $A$ , en regard des poulies  $N Q V$ , contenant le différentiel, monté sur l'arbre  $p$ , des pignons de chaîne, qui font tourner les roues motrices  $R R'$ .

La courroie croisée donne la marche en avant et la courroie droite la marche arrière : un dispositif spécial, qui fonctionne au moyen

d'un levier à la portée du conducteur, permet de varier, les vitesses à volonté. La courroie droite passe de la poulie fixe  $N$  à la poulie folle  $Q$ , par les déplacements d'une fourchette, actionnée au moyen du levier  $l$ .

La Voiture est munie de deux freins agissant, l'un, par  $g$ , sur les moyeux des roues  $R$  et  $R'$ , et l'autre sur la poulie  $h$ , au moyen de la pédale  $P$ ; quant à la direction à essieu brisé elle est manœuvrée par le gouvernail  $f$ , qui agit sur les bielles  $j$  et  $j'$ , pour incliner comme il convient les roues  $F$  et  $F'$ .

La mise en marche du moteur se fait depuis le siège en manœuvrant le volant  $v$  lequel, par l'intermédiaire des chaînes  $q$ , commande un embrayage à dents de loup, qui se débraye automatiquement dès que le moteur est en route : deux ou trois tours du volant  $v$ , suffisent pour réussir, et il est intéressant de remarquer que l'on obtient ce résultat sans se déplacer, sans descendre du siège, ce qui constitue certainement un avantage très appréciable.



## CHAPITRE XVII

### *Avant-trains moteurs et directeurs à Pétrole.*

Après la mise en pratique des *Locomotives routières* attelées devant une Voiture porteuse, dont se distinguent peu les Tracteurs LE BLANT et SCOTT, est venue naturellement l'idée de simplifier, en enlevant l'avant-train de la Remorque, pour obtenir une sorte de Véhicule unique à six roues (1). Puis, poussant encore plus loin le besoin de la simplification, on a combiné des Avant-trains moteurs et directeurs, remplaçant, à poste fixe, l'avant-train des véhicules habituels, sans rien changer à l'arrière-train, et l'on a fini par étudier des types d'*Avant-train interchangeables*, de sorte que le Véhicule puisse être à volonté attelé d'un *Cheval à avoine* ou d'un *Cheval à pétrole*.

(1) Voir ma *Seconde Étude*, les **Voitures à Vapeur**, pages 185 et 206, et page 182, *Tracteurs* DE DION.

**Avant-train fixe, système Ponsard.**

La Voiture de Mademoiselle Luzia M. Ponsard, représentée par la fig. 77, est remarquable :

1° parce qu'elle constitue l'une des premières solutions qui aient été proposées d'un Avant-train moteur et directeur à deux roues ;

2° parce que cet Avant-train est actionné par un *Moteur rotatif* DODEMENT.

Le Moteur Dodement représenté par les figures 75 et 76, est un mode de réalisation du type des *Moteurs tonnants à détente* [B a], que nous avons définis, dans notre Étude sur les *Voitures à Pétrole*, appliqué à produire la rotation d'une turbine à gaz : il est vu par deux coupes verticales perpendiculaires entre elles.

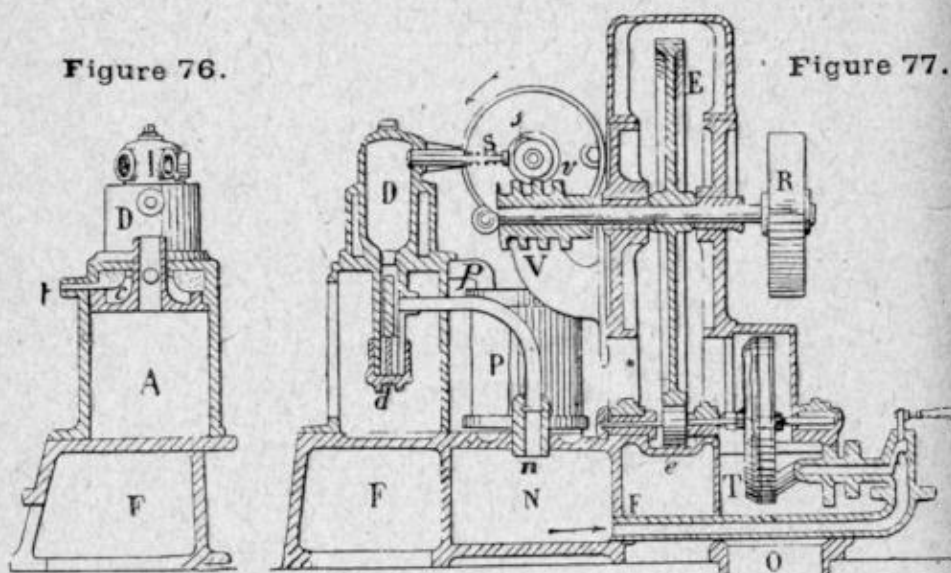
F, est un bâti en fonte formant socle ; l'hydrocarbure liquide, entre, par une tubulure *t*, au travers d'un filtre formé d'éponges, dans la chambre de vaporisation *c*, chauffée par une lampe placée en A, pour le début seulement, car la marche normale maintient la température assez élevée pour l'allumage.

Les vapeurs sont aspirées au moyen d'une pompe P, puis refoulées, par le tuyau, *p*, dans le



détonateur D, en même temps qu'une autre pompe y refoule de l'air en quantité déterminée, de sorte que le mélange explosif s'y puisse enflammer par le jeu combiné de commutateurs électriques.

L'explosion force l'ouverture d'une soupape *d*, réglée par des ressorts, qui permet aux gaz sous pression de passer, par *n*, dans le



Moteur rotatif DODEMENT, du Type Ba.

réservoir N, qui est une partie du socle. La soupape S, actionnée par une came *s*, permet à l'air extérieur de rentrer en D, pour y rétablir, entre les explosions, la pression atmosphérique.

Du réservoir D, les gaz sous pression forment, dans le tuyau F, commandé par un robi-



net, un courant gazeux qui se précipite dans les aubes directrices de la turbine T, dont la couronne mobile entre en rotation, tandis que les gaz brûlés sont expulsés naturellement par l'orifice O.

Sur l'arbre de la turbine, est fixé un pignon *e*, engrenant avec une grande roue E, sur l'arbre de laquelle est calé, d'un bout, le volant R, et de l'autre, une vis sans fin V, qui mène une roue hélicoïdale *v* ; c'est sur l'axe de cette roue *v*, que sont montées les manivelles qui mènent les pompes, la dynamo qui produit l'électricité, les interrupteurs pour l'allumage, et la roue à came *s*.

Il y a deux détonateurs tels que D, et deux pompes P, [pompe à gaz, et pompe à air], le tout symétriquement placé, par rapport au plan passant par les axes des roues *e* et E.

**Avant-train fixe Ponsard et Voiture** (figure 78).

— L'essieu A porte la partie mobile d'une couronne tournante M, montée sur billes, dont la partie supérieure fait corps avec deux brancards reliés par les ressorts *m*, au siège de la Voiture.

Le réservoir à pétrole est placé sous ce dernier, en S, et fournit la vapeur d'hydrocarbure à la pompe à gaz qui la refoule dans le

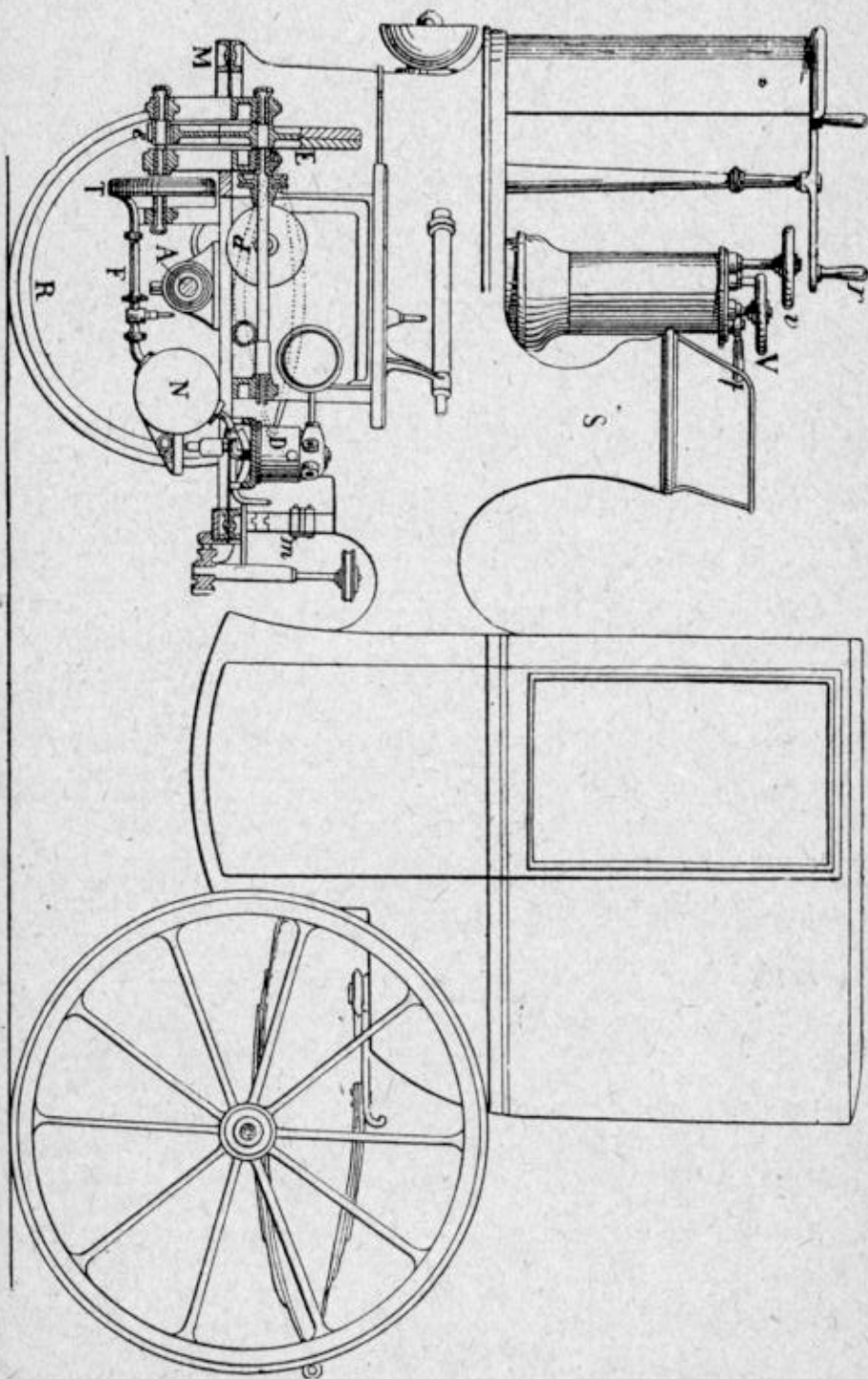


Figure 78. — Voiture PONSARD, avec Avant-train fixe moteur et directeur.

détonateur D, en même temps que la pompe à air y comprime l'air nécessaire.

Les gaz des explosions sont emmagasinés, sous pression, dans le réservoir N, d'où, par le conduit F, ils sont menés à la turbine T, dont l'arbre supporte le pignon *e*, en rapport avec la roue d'engrenage E.

La dynamo *d*, est actionnée par un cône d'embrayage à friction, et les pompes, interrupteurs, etc., reçoivent leurs mouvements comme il a été dit ci-dessus.

En bas du siège s'étend une plate-forme soutenue par une tôle verticale renforcée, au-delà de laquelle est montée la transmission de mouvement, et le tout est suspendu par une paire de ressorts. Les roues R sont folles sur l'essieu, et leurs axes creux s'accouplent au milieu de celui-ci par un engrenage différentiel conique, commandé à l'extérieur par un système de cônes étagés, disposés de façon à faire varier les vitesses, en déplaçant un galet de friction qui circule entre eux par la manœuvre du volant manivelle *v* : V est pour la marche arrière, et *r* est le gouvernail; *t*<sub>1</sub> est la commande du moteur.

**Avant-trains Interchangeables.**

Nombre de personnes usant de voitures diverses soit de luxe, soit industrielles, bien aménagées suivant leurs goûts et leurs habitudes, ou en rapport avec les besoins de leur commerce, reculent devant l'emploi des Véhicules automobiles : ils craignent un changement dans leurs habitudes, ou bien une moins bonne réalisation de leurs exigences.

« Ces inconvénients disparaîtraient, dit chacune d'elles, si l'on me donnait, pour remplacer l'avant-train auquel j'attelle mon cheval, un Avant-train moteur, que je pourrais facilement et rapidement substituer au premier ».

C'est de cet ordre d'idées qu'est parti M. MAXIMILIEN RINGELMANN, pour en donner une solution qui, si elle laisse à désirer au point de vue de l'aspect extérieur et de la rapidité de la substitution, est cependant fort intéressante à cause du système de Moteur qui y est joint.

L'Avant-train Ringelmann (figure 79), peut être mis en place ou enlevé instantanément, de sorte que la même Voiture peut être employée alternativement avec lui ou avec un

cheval. C'est une sorte de Tricycle dont l'avant, muni de la fourche ordinaire de bicyclette repose sur la roue directrice F; l'arrière s'attache par les deux branches T, d'un bâti triangulaire, sur les ressorts de l'avant-train de la voiture, dont les roues *r*, restent en place à condition que l'on fasse attacher aux rais, et de chaque côté, une couronne dentée telle que

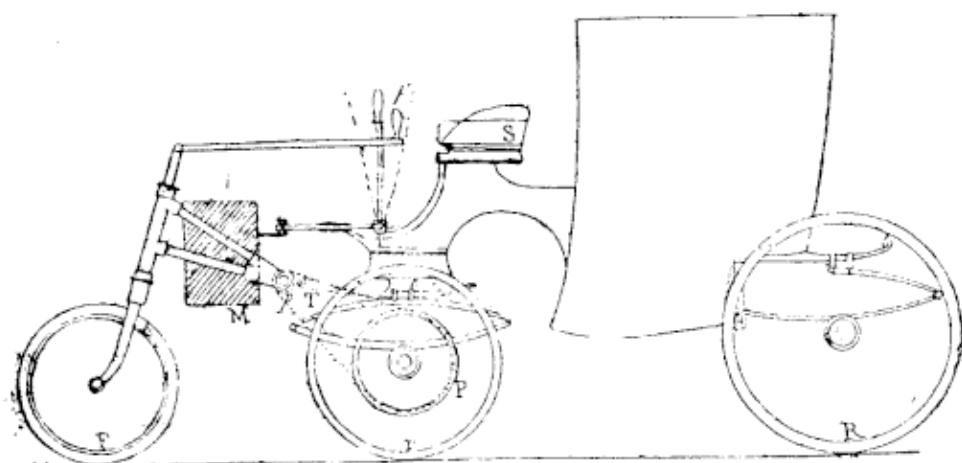


Figure 79. — Avant-train système RINGELMANN.

P. Dans le cas où les roues de l'avant-train seraient montées en tension, avec rayons en fils d'acier, ces couronnes dentées seraient calées sur les moyeux.

Le Moteur et la machinerie sont fixés en M, actionnant, à grandes vitesse, un pignon denté *p*, qui mène la couronne P, au moyen d'une chaîne.

Le cocher assis, comme d'habitude sur le siège S, trouve à portée un gouvernail  $f$ , pour agir sur la roue directrice F, et un levier vertical pour régler la vitesse et déterminer le sens de la marche.

La caisse de la voiture et les roues d'arrière R, n'ont subi aucune modification.

**Le Moteur de M. Ringelmann** n'est pas moins intéressant que son avant-train : il rentre également dans la catégorie des moteurs tonnants du type  $B a$ , et a été breveté le 1<sup>er</sup> août 1896, sous le N° 258.569 (1).

Il est représenté par la figure 80, et utilise la production des mélanges détonants à la mise en marche des moteurs rotatifs : il réalise la suppression de la compression préalable, celle de l'eau de refroidissement, et la confection, en dehors du moteur, d'un cycle en quatre périodes.

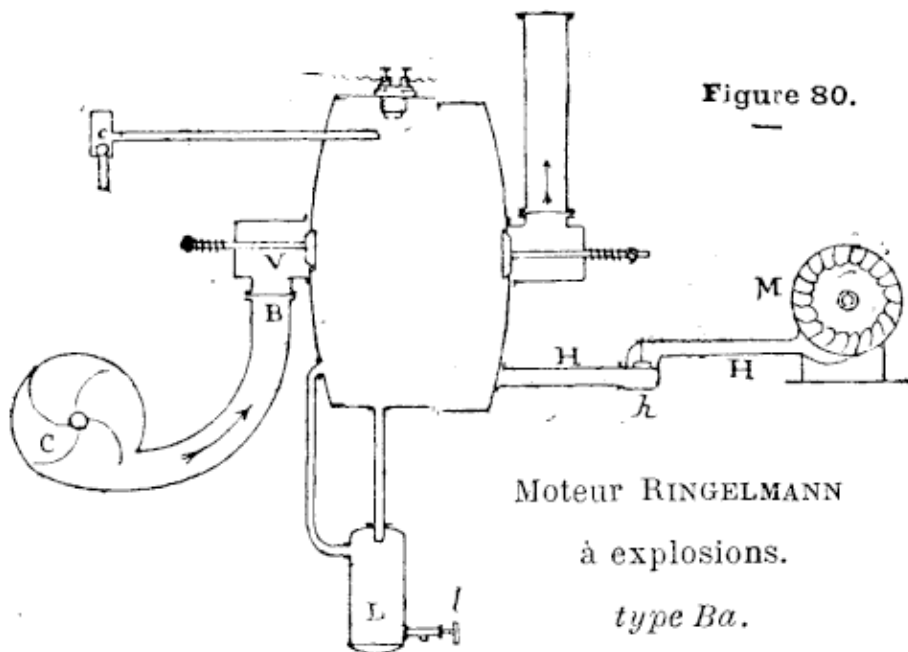
1° Préparation du mélange détonant.

2° Allumage sans compression préalable.

3° Échappement. — 4° Ventilation de la chambre d'explosion.

(1) Voir ma *Troisième Étude*, **les Voitures à Pétrole**, page 31.

L'appareil a pour organe principal un réservoir à parois résistantes muni de deux soupapes : l'une V, est en communication, par le conduit B, avec un ventilateur C ; l'autre, placée à l'extrémité opposée, donne accès à une cheminée d'échappement. Le gaz ou la vapeur combustible s'introduit par un clapet à bille c.



1° — Les soupapes étant fermées, une quantité de vapeur explosive suffisante pour former, avec l'air contenu dans le réservoir, un mélange détonant, est amené par l'ajutage c.

2° — L'inflammation de ce mélange est provoquée en agissant comme il convient sur un appareil d'allumage, électrique ou autre, placé

à la partie supérieure du réservoir à explosions.

3° — L'explosion a pour effet de produire une masse gazeuse à température élevée, qui porte la pression, dans le réservoir, à 6 atmosphères et plus, de sorte que, par le clapet *h*, et le conduit *H*, un courant gazeux se produit qui agit sur le récepteur rotatif *M*.

4° — La pression descend à l'intérieur du réservoir les liquides condensés s'échappent par le robinet *I*, de la bouteille *L*, tandis que la soupape *V*, s'ouvrant, le ventilateur *C*, remplit le réservoir d'air pur, qui le refroidit et chasse les gaz brûlés par l'autre soupape et la cheminée ; après quoi les soupapes sont fermées et le cycle recommence.

**L'Avant-train Interchangeable** représenté par les figures 81 à 83 a été étudié par M. Louis LOCKERT, et breveté le 31 août 1896, sous le N° 259.313.

La substitution s'opère de la façon la plus simple en dévissant l'écrou de la cheville ouvrière, retirant les brancards, la raquette et ses deux roues, puis mettant à sa place l'*Avant-train moteur et directeur* et puis revissant ensuite l'écrou.



Le Moteur est en M, attaché à la Voiture, c'est-à-dire suspendu, et profitant de l'élasticité des ressorts pour l'atténuation de tous les chocs de route.

Les ressorts reposent, comme d'habitude, de chaque côté, sur les extrémités de l'essieu F, entre la boîte en tôle B, et les roues R et R', lesquelles sont montées sur des fusées, comme à l'ordinaire.

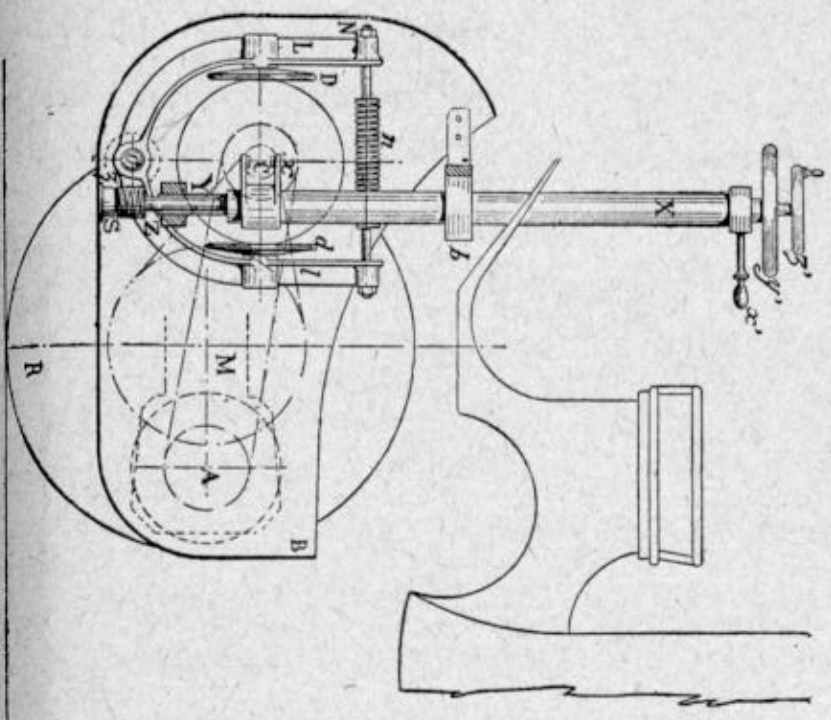
Le mécanisme est contenu dans la boîte B, qui est attachée à l'essieu F, directement, sans l'intermédiaire de ressorts.

Une poulie à joues P, calée sur l'arbre A, du moteur, transmet avec une courroie le mouvement au mécanisme, par la poulie à joues  $p$ , calée sur l'arbre creux  $a$  ; sur ce même arbre, sont symétriquement placés, faisant corps avec lui, deux plateaux  $m$  et  $m'$ . Deux autres plateaux  $r$  et  $r'$  de mêmes diamètres que les précédents, sont calés sur deux arbres O et O', qui se juxtaposent bout à bout, à l'intérieur de l'arbre creux  $a$  ; leurs extrémités tournent dans deux coussinets fixés à la boîte B, et supportent les pignons de chaîne.

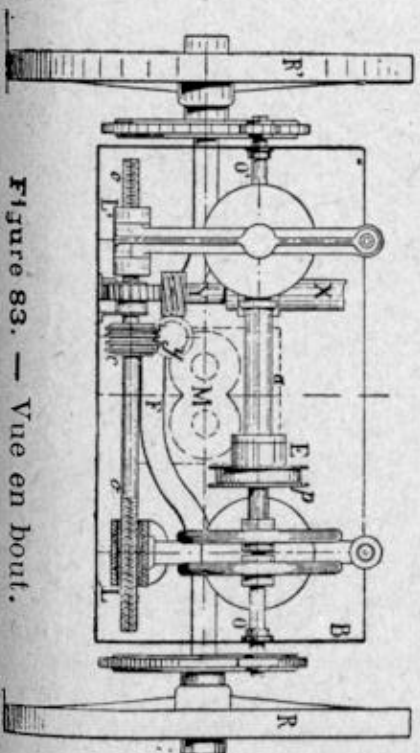
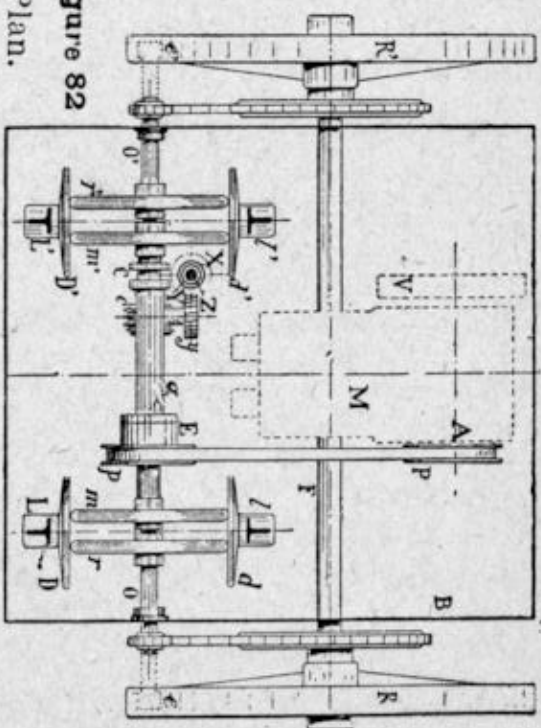
Chacun des deux couples de plateaux,  $m$   $r$ ,

*Avant-train automobile Interchangeable.*

**Figure 81.** — Coupe transversale



**Figure 82**  
Plan.



**Figure 83.** — Vue en bout.

$m'r'$ , sont accolés en avant et en arrière par deux paires de disques  $Dd$  et  $D'd'$ , qui montés chacun dans une chape ( $L$  et  $L'$ ), peuvent appuyer plus ou moins sur les jantes des plateaux  $m\ r$  et  $m'r'$ , suivant que l'on agit, au moyen du boulon  $N$ , sur les deux branches  $L$  et  $l$ , de la chape munie d'une charnière en  $b$ , le ressort  $n$ , maintenant l'écartement.

Les disques  $Dd$  et  $D'd'$ , pouvant tourner fous dans des douilles fixées aux branches  $L$  et  $l$ , des chapes, il en résulte que les plateaux  $m$  et  $m'$  communiquent leurs mouvements de rotation à ces disques qui, à leur tour, le communiquent aux plateaux  $r$  et  $r'$ , et par suite, aux arbres  $O$  et  $O'$ , et par conséquent, aux roues  $R$  et  $R'$  qui, grâce à ce dispositif, sont commandées indépendamment l'une de l'autre.

La manœuvre de la Voiture se fait au moyen des deux volants  $y'$  et  $z'$ , placés à droite du siège. Trois arbres concentriques : l'extérieur  $X$ , tournant dans le collier  $b$ , fixé à la boîte  $B$ , l'intermédiaire  $Y$ , tournant dans  $X$ , et l'intérieur  $Z$ , tournant dans  $Y$  et dans la crapaudine  $S$ , fixée au fond de la boîte  $B$ . Le volant  $z'$  agit, par la vis calée au bas de l'arbre  $Z$ ,

sur le pignon  $z$ , pour faire tourner l'arbre  $o$ , dont les deux bouts, filetés en sens inverse, sont engagés dans deux écrous fixés dans les charnières des chapes  $L$  et  $L'$ ; dès lors, les disques  $D$   $d$  et  $D'$   $d'$  se rapprochent symétriquement ou s'éloignent, suivant le sens de la rotation de  $z'$ , ce qui a pour effet d'augmenter ou de diminuer de quantités égales les vitesses des plateaux  $r$  et  $r'$ , et par conséquent, d'accélérer ou de ralentir la marche de la voiture.

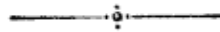
Le volant  $y'$  agit, encore au moyen d'une vis, sur le pignon  $y$ , faisant corps avec un pignon denté qui, engrénant avec la crémaillère  $c$ , pousse à gauche ou à droite, tout d'une pièce l'ensemble des deux chapes et des quatre disques  $D$   $d$  et  $D'$   $d'$  : il en résulte que, tandis que la vitesse d'une des roues est ralentie, celle de l'autre s'accélère, de sorte que la Voiture vire en tournant autour de la roue qui marche le plus lentement.

Enfin la manette  $x'$  commande, au moyen de l'arbre  $X$ , la fourchette  $x$  qui agit sur le collet  $C$ , pour, en dissociant l'embrayage  $E$ , isoler le mécanisme du moteur. Cet embrayage  $E$  peut être supprimé ainsi que les organes  $x$ ,

X et  $\alpha'$ , si l'on préfère obtenir le même résultat au moyen d'un tendeur agissant sur la courroie P *p*.

On peut aussi supprimer la chaîne, en faisant usage de deux pignons *e* et *e'*, calés aux extrémités des arbres O et O', qui engrènent directement avec deux couronnes dentées placées à l'intérieur de la jante de chacune des roues R et R'.

Il est facile de voir, qu'en tant que transmission à friction, celle qui vient d'être décrite est placée dans les conditions les plus favorables pour réduire au minimum les inconvénients inhérents à ce genre de mécanisme ; mais l'expérience seule pourra dire si l'on y a réussi. L'appareil est actuellement en construction : lorsque les essais en seront faits, nous aurons le plaisir d'en informer nos lecteurs.



## CHAPITRE XVIII

### *Acétylène et Alcool moteurs.*

#### **Acétylène.**

Les lecteurs de notre traité des *Véhicules automobiles sur Routes* ont pris connaissance, à fin de notre 3<sup>e</sup> *Étude* (VOITURES A PÉTROLE) des expériences exécutées par M. RAVEL, au point de vue de l'utilisation de l'Acétylène dans les moteurs à explosion.

M. CUINAT, reprenant ces expériences dans ces temps derniers, s'est d'abord inquiété d'inventer un appareil générateur d'Acétylène, commode, pratique et sans danger.

Dans les gazogènes où l'eau tombe sur le carbure de calcium, il y a plusieurs difficultés à éviter : lorsque le carbure est frais, le dégagement de gaz est proportionnel à la quantité d'eau introduite ; mais, par la suite, celle-ci imprègne d'abord la chaux qui enveloppe le carbure, avant de prendre contact avec lui, de sorte que le rapport des débits n'est plus

théorique. L'excès d'eau ainsi introduite provoque à l'arrêt de l'écoulement, la décomposition subséquente du carbure, car en se refroidissant, la chaux libère une partie de l'eau qu'elle a absorbée.

On doit craindre encore l'élévation de température qui résulte de la réaction de petites quantités d'eau sur une masse relativement importante de carbure.

On a cherché à tourner ces difficultés de beaucoup de manières : certains inventeurs projettent le carbure dans l'eau, d'autres la font arriver par le bas du récipient à carbure et, elle s'y élève progressivement, au fur et à mesure des besoins de la consommation.

**Appareil producteur d'Acétylène de M. Cuinat.**

C'est à cette dernière catégorie qu'appartient le gazogène imaginé par M. CUINAT et représenté dans les figures 84 et 85. Ses dispositions sont telles que la production d'Acétylène est absolument indépendante de la plus ou moins grande régularité avec laquelle s'affaisse la masse foisonnée et friable du résidu, de sorte que, en aucun cas, le niveau de l'eau ne peut subir de brusques dénivellations, sus-

ceptibles de déterminer un dégagement irrégulier d'Acétylène.

Figure 84

Gazogène CUINAT, a Acétylène

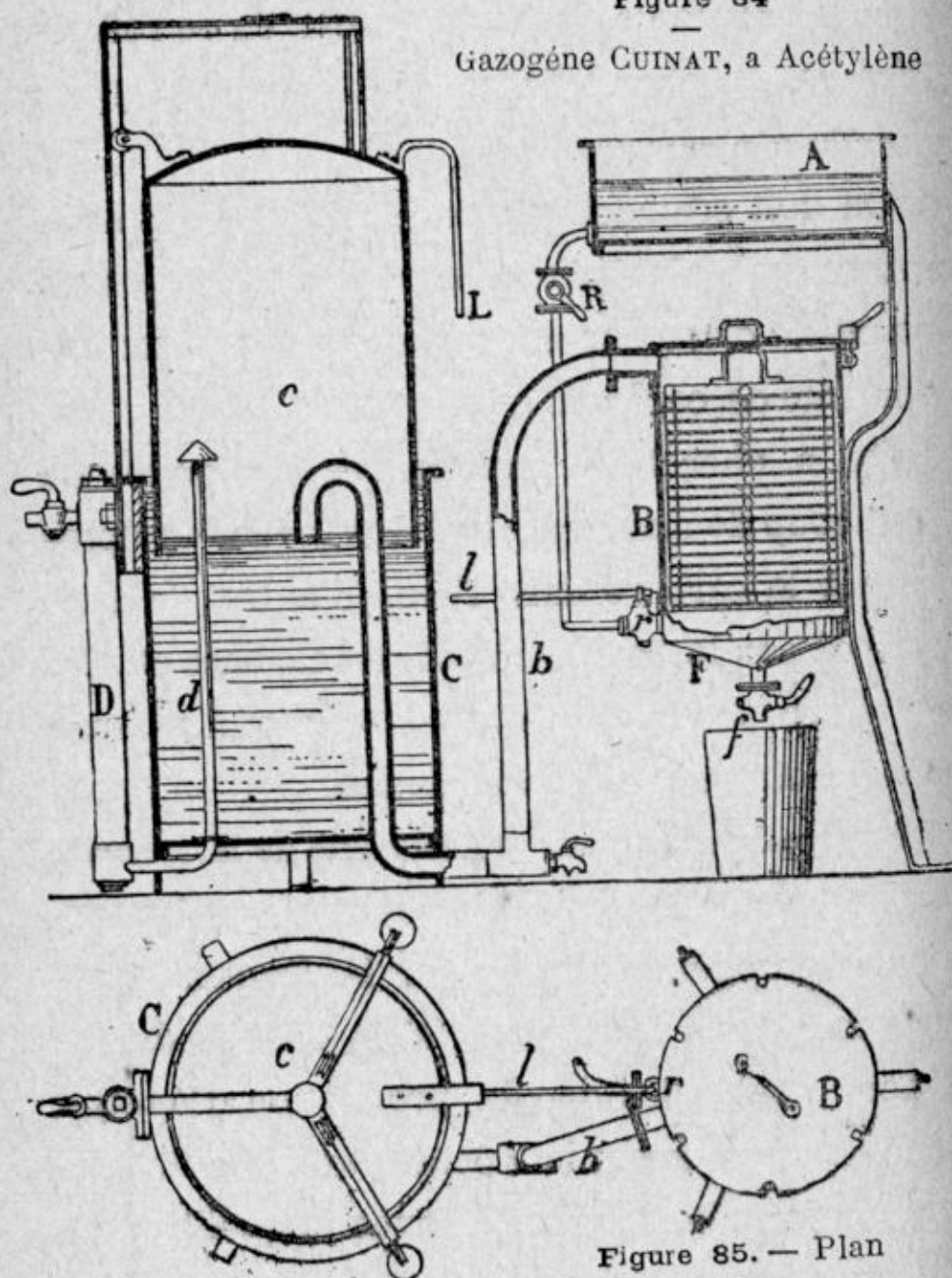


Figure 85. — Plan

Deux récipients distincts contiennent l'eau et le carbure, le réservoir d'eau A, surmontant



le réservoir à carbure B, auquel il est relié, par une conduite pourvue en haut d'un robinet à main R, et en bas, d'un robinet à fonctionnement automatique *r*.

Le carbure de calcium est emmagasiné dans des paniers circulaires constitués par un fond plein en tôle, rivé sur une couronne d'environ 25 millim. de hauteur, percée sur sa périphérie de nombreuses ouvertures.

Ces disques sont superposés dans leur récipient commun B, qui peut en contenir vingt : ils sont de dimensions variables de sorte que le carbure de chacun d'eux dégage un volume d'acétylène juste suffisant pour emplir la cloche *c*, du gazomètre C. Une fois chargés, on les empile dans le gazogène qu'on ferme ensuite au moyen d'un couvercle mobile maintenu, soit par un étrier à vis, soit par une série d'écrous à oreilles d'une manœuvre rapide.

Du haut de ce récipient part une conduite *b*, qui va rejoindre verticalement une tubulure fixée au fond de la cuve du gazomètre, et prolongée par une conduite ascendante dont la partie supérieure est recourbée de façon à

plonger quelque peu dans l'eau de cette cuve.

A la mise en train, la cloche *c*, du gazomètre occupe sa position la plus basse ; un butoir *L*, fixé à son dôme, appuie alors sur le levier articulé *l*, du robinet automatique *r*, et le maintient ouvert : dès qu'on ouvre le robinet *R* l'appareil entre en fonctionnement.

L'eau, arrivant dans le récipient à carbure, inonde le contenu du premier panier : la réaction chimique se produit immédiatement, l'Acétylène se dégage et va au gazomètre *C*, dont la cloche *c*, se soulève progressivement et libère en même temps le levier *l*, du robinet qui, sous l'action d'un ressort établi autour de la clé, se ferme peu à peu jusqu'à l'obturation complète. Celle-ci survient au moment où la cloche atteint une position telle que le dégagement subséquent d'Acétylène suffise pour en parfaire le remplissage à la pression normale. De cette façon, il n'entre, chaque fois, dans le gazogène proprement dit que la quantité d'eau nécessaire pour noyer un seul panier dont le contenu correspond à un emplissage de la cloche. Tous les paniers des rangées supérieures restent indemnes : à la vérité, la vapeur d'eau dégagée peut

provoquer un commencement de décomposition du carbure qu'ils tiennent en réserve; mais, les dispositions prises restreignent dans une large mesure l'action anticipée de cette vapeur. En effet, le carbure, étant resserré entre des disques pleins, ne prend guère contact avec cette vapeur que par les orifices percés dans la couronne des paniers.

La pratique a démontré que ces précautions étaient très efficaces; en fait, toute surproduction, et, par suite, tout danger d'explosion, sont évités. Nous avons constaté dans plusieurs circonstances que des gazogènes de ce système pouvaient être arrêtés à n'importe quel moment, sans donner lieu à une élévation appréciable de température.

En raison de son avidité pour l'eau, le carbure de calcium constitue le desséchant par excellence de l'Acétylène; aussi, la prise de gaz qui, comme le montre la figure 84, est faite par le tube *d*, un peu au-dessus du niveau maximum que prend l'eau de la cuve du gazomètre C, aboutit-elle à un gros tuyau vertical D, rempli de carbure, que le gaz traverse.

Au fur et à mesure que l'Acétylène dispa-

rait de la cloche, celle-ci descend : bientôt son butoir rencontre le levier du robinet automatique et en détermine l'ouverture progressive ; une quantité déterminée d'eau arrive, de rechef, pour noyer le second panier, et l'Acétylène produit emplit à nouveau la cloche.

A l'extérieur du gazogène B, se trouve un indicateur de niveau d'eau à tube en verre, au moyen duquel on reconnaît immédiatement le rang du dernier panier épuisé et, par conséquent, la charge de carbure qui reste disponible.

Le fond F, en entonnoir, de ce récipient facilite l'expulsion des résidus par un robinet central de vidange *f*. Si l'on dispose de deux jeux de paniers, le rechargement du gazogène est très rapide ; du reste, M. CUINAT vient de monter dans l'Isère, à Séchilienne, une usine pour la fabrication du carbure de calcium où il se propose d'obtenir, entre autres produits, des agglomérés, et des galettes de carbure de calcium, qui permettront de charger d'un seul coup les paniers de son gazogène.

**Acétylène moteur.** — M. CUINAT est encore, à part ce Gazogène, inventeur, nos lecteurs le savent, d'un *système de Moteur à gaz et à*

*pétrole à évacuation complète des produits de la combustion* (1) ; il était donc bien placé pour faire de sérieux essais d'application du mélange explosif d'Acétylène et d'air, à la production de la force motrice.

Il a fait, avec raison, porter ses expériences sur un moteur de six chevaux, qui est une force moyenne de laquelle on peut avoir généralement l'emploi dans la pratique.

Il importe de constater que le moteur de M. CUINAT, grâce à sa détente allongée, se prête à l'emploi d'un mélange explosif puissant, surtout lorsque l'on a, comme avec l'Acétylène, la faculté de doser avec la plus grande facilité les proportions du mélange de gaz avec l'air.

Il résulte de cette prolongation de la détente une pression à l'échappement qui, suivant M. CUINAT, serait moitié environ de celle que donnent les moteurs ordinaires à quatre temps. Cette circonstance est tout à l'avantage de l'emploi d'un mélange explosif violent, comme celui que fournit l'Acétylène.

L'installation d'essai a été faite aux ateliers

(1) Brevet N° 259 439, du 25 janvier 1896 ; voir le *Chauffeur* du 16 février 1897, page 32.

de Compiègne avec le concours de M. THOMAS : le gazogène était d'un type prévu pour alimenter durant 5 heures 110 becs de 20 litres. Un compteur de 20 becs, placé sur la conduite du gazomètre, à la suite d'un manomètre ordinaire, était en communication avec une poche à gaz, qui, en outre, portait un branchement relié avec la canalisation du gaz de ville. On pouvait, au moyen d'un jeu de robinets, admettre l'un ou l'autre gaz dans cette poche de laquelle partait un tuyau allant au robinet d'admission du moteur. Un frein du type à courroie était placé sur la jante de l'un des volants de ce dernier et, sur le couvercle de la boîte d'échappement, se trouvait un indicateur à diagrammes.

On a commencé par une série d'essais au gaz de houille, avec les consommations suivantes par cheval-heure effectif :

Marche à vide (consommation totale). . .	1.380 litres
— à demi-charge (3 <i>ch.</i> ). . . . .	876 —
— à pleine charge (6 <i>ch.</i> ) . . . . .	513 —

Les diagrammes relevés indiquent que la compression a dépassé 6 kil. par centimètre carré, que la pression maximum a atteint 17

kilogrammes, et que la pression finale après détente était encore de 3 kil. 200.

M. CUINAT voulant mettre toutes les chances de son côté, pour éviter les accidents, débuta par des mélanges relativement pauvres, augmentant peu à peu la proportion d'Acétylène, jusqu'à ce qu'il put produire la première explosion : ce résultat fut atteint avec 1 d'acétylène pour 20 d'air, en volume.

Les explosions furent d'abord très fortes et irrégulières, faisant vibrer d'une façon inquiétante toute la masse du moteur ; mais, après une assez courte période de tâtonnements pour régler convenablement l'ouverture du robinet à gaz Acétylène, la marche se régularisa, avec les résultats suivants, pour l'emploi de l'acétylène à une pression de huit centimètres d'eau.

Marche à vide (consommation totale)	. . .	470 litres
— à demi-charge (3 <i>ch.</i> )	. . . . .	302 —
— à pleine charge (6 <i>ch.</i> )	. . . . .	175 —

Chacun de ces essais, de la durée d'un quart d'heure, a montré, par l'examen des diagrammes, que la compression préalable a été de 1 kilogrammes 800 supérieure à celle cor-

respondante à l'emploi du gaz d'éclairage, ce qui peut être attribué à la plus haute température du cylindre.

On a observé une énergie sensiblement supérieure, à l'explosion : 29 kil. avec l'Acétylène contre 17 kil. avec le gaz de houille, dont la pression finale est, de plus, supérieure de 1 kil. à celle que donne l'acétylène. Par contre, la dépense d'eau de refroidissement est un peu plus grande avec ce dernier : elle s'est élevée à 130 litres par heure.

« En somme, conclut M. CUINAT, à puissances égales, la consommation d'Acétylène par cheval-heure est trois fois moindre : si l'on veut forcer ce débit, les explosions deviennent violentes à l'excès et la marche de la machine irrégulière ; aussi n'a-t-on pas pu aller au delà de la puissance développée par le gaz de houille. »

« On doit prendre note que dans l'établissement des moteurs à Acétylène, on n'a rien à changer aux cylindres, mais qu'il convient de réduire les dimensions des soupapes, notamment de la soupape d'admission du mélange gazeux. »



« On peut admettre que la consommation des moteurs de 8 à 16 chevaux pourrait descendre à 160 litres, ce qui ferait ressortir le coût du cheval-heure de 28 à 30 centimes, au prix actuel du carbure de calcium.

« Il faut surtout, retenir de ces expériences, la possibilité d'obtenir une marche régulière avec l'Acétylène dans un moteur ordinaire, ce qui jusqu'ici, avait été controversé. »

**Dissolution de l'Acétylène dans l'Acétone.** — Les divers accidents qui ont été occasionnés par l'Acétylène montrent quel intérêt il peut y avoir à sortir des chemins explorés jusqu'ici par les inventeurs, et à trouver une voie qui rende moins difficile à ce produit la période critique dont, à leur début, les plus utiles découvertes ont eu à souffrir.

Cette voie MM. GEORGES CLAUDE et ALBERT HESSE l'ont cherchée dans l'utilisation d'une propriété de l'Acétylène laissée jusqu'à présent de côté, sa *solubilité* dans les liquides, solubilité considérablement exaltée, comme celle de tous les gaz, sous l'influence d'une augmentation de *Pression*.

Comme l'ont montré leurs recherches, l'Acé-

tone, à la pression ordinaire et à la température de  $15^{\circ}$  dissout en effet vingt-cinq fois en moyenne son volume d'Acétylène; et sous une pression de 12 kil. par centimètre carré, 1 litre d'Acétone (immobilisé ou non dans une matière poreuse telle que l'amiante, la pierre ponce, etc.) dissout environ 300 litres de gaz, ce qui correspond pratiquement au produit de la décomposition d'un kilogramme de carbure de calcium.

L'utilisation de cet Acétylène est alors très simple : il suffit d'ouvrir peu à peu un robinet placé à la partie supérieure du récipient contenant la dissolution sous pression et communiquant avec les appareils à alimenter, pour que le gaz se dégage sans excès jusqu'à concurrence de ce qui reste dissous sous la pression atmosphérique.

Quant au liquide épuisé il est alors apte à recevoir une nouvelle charge d'Acétylène sous pression, aussi facilement utilisable.

La solubilité de l'Acétylène dans l'Acétone diminue de moitié environ lorsque la température passe de  $15^{\circ}$  à  $50^{\circ}$ . Comme conséquence, la pression d'un récipient chargé passe du sim-

ple au double pour une élévation de température voisine de  $30^{\circ}$ . Cette variation est bien inférieure à celle de l'Acétylène liquide, qui passe de 24 à 70 atmosphères pour une élévation de température de  $18^{\circ}$  seulement, ce qui contraint à l'emploi de vases très épais.

Avec l'Acétylène dissous, au contraire, on peut se limiter à volonté à des pressions très faibles, et employer des récipients métalliques à parois minces, peu dangereux en cas de rupture, et très légers.

Enfin, les précédents connus dans l'étude des matières explosives autorisent à penser que les caractères explosifs résultant de l'origine endothermique de l'Acétylène sont, sinon totalement annihilés, du moins fortement atténués par le fait de sa dissolution dans un liquide inerte, tel que l'Acétone.

MM. CLAUDE ET HESSE consignent à l'appui de cette manière de voir, une expérience qui a consisté à maintenir indéfiniment dans une solution d'Acétylène dans l'Acétone, sous une pression de trois atmosphères, un fil de platine porté au rouge vif par le courant électrique, sans aucun résultat dangereux.

**Alcool.**

**L'Agriculture et les Automobiles.** — Qui regarde la Face ne voit que le beau côté de la médaille... la Pile est généralement beaucoup moins belle, beaucoup moins : et il en est précisément ainsi pour le développement de l'usage des Véhicules automobiles.

La Face, c'est la rapidité des communications, le bon état du pavé en bois qui ne sera presque plus pioché par les sabots des chevaux, la diminution des accidents dont la majeure partie sont causés par ces derniers, etc..

La Pile, c'est le désarroi de l'Agriculture : en admettant que dans la seule ville de Paris, toutes les Compagnies de voitures de louage, ainsi que celle des Omnibus, n'aient plus que des Voitures sans chevaux c'est plus de 50.000 de ces derniers qui disparaîtront de la ville.

Or, la nourriture d'un cheval ne pouvant pas coûter moins de 2 francs par jour, c'est une somme égale à  $2 \times 50.000 \times 365$ , qui ne sera plus versée entre les mains de nos agriculteurs, en échange de leur avoine, de leur foin, de leur paille, de leur son, etc..

L'Agriculture française perdra donc, à cette transformation si vivement souhaitée, pour la ville de Paris seule, la somme ronde de 36 millions 500.000 francs !

Voilà : et si le mouvement s'accroît, comme il est probable, la perte totale pour la France se chiffrera par centaines de millions !

Cette éventualité redoutable a frappé quelques esprits éminents, ayant souci de l'avenir de nos populations agricoles déjà si éprouvées.

Si, à côté de la culture du blé peu rémunératrice et qui, pour des quantités de raisons diverses, tend à le devenir de moins en moins, il faut envisager la disparition presque totale des cultures qui ont pour but l'alimentation des chevaux, il est urgent de songer dès à présent à celles qui les pourront remplacer.

C'est pourquoi l'on a considéré sous une nouvelle face la *Question de l'alcool*. L'Alcool pourrait d'abord être utilisé d'une façon beaucoup plus large qu'on ne l'a fait jusqu'à présent pour l'éclairage.

L'on pourrait aussi, bien que le pouvoir calorifique de l'Alcool soit à celui du Pétrole comme 7 est à 10, utiliser l'Alcool à la production de

mélanges explosifs pour la marche des Moteurs tonnants.

Ainsi serait résolue la question de la suppression de la mauvaise odeur du Pétrole, des suintements graisseux, etc., au plus grand bénéfice de notre Agriculture.

La solution du problème repose d'autre part sur la production à bon marché de l'Alcool de betteraves, de pommes de terre ou d'autres racines, et sur la découverte d'un procédé sûr et très peu coûteux de dénaturation. Il faudrait, enfin, que l'État consentit à abaisser jusqu'à zéro les droits sur les Alcools destinés au chauffage et à l'éclairage : il n'y perdrait pas, parce que cette consommation, de presque négligeable qu'elle est aujourd'hui, deviendrait rapidement considérable.

On en peut juger, en constatant que les États-Unis et la Russie ont importé en France en 1895, 268 millions de kilogrammes de pétrole brut et d'huiles de schiste, 25 millions de kilogrammes d'huiles raffinées et 40 millions de kilogrammes d'huiles lourdes, qui représentent une valeur d'environ 30 millions de francs, nets de tous droits.

Aujourd'hui, dans l'état actuel de cette industrie, les distilleries de campagne vendent leurs produits, aux environs de 40 francs l'hectolitre d'alcool à 90° ; mais on peut espérer que ces prix baisseraient grâce à la perfection, des procédés, et à cause du très grand développement de la fabrication.

Il ne faut pas oublier, du reste, que l'autre produit de la distillation, la pulpe, est précieux pour l'engraissement du bétail ; donc si nos agriculteurs arrivaient à produire les quantités colossales d'Alcool qui seraient nécessaires pour actionner tous les Véhicules automobiles qui remplaceront les chevaux, ils pourraient en même temps engraisser, un nombre considérable de bêtes de boucherie, et rétablir ainsi l'équilibre de leurs budgets.

Ces considérations, qui ont frappé tous les esprits éclairés, ont été particulièrement senties par quelques-uns de nos plus remarquables professeurs de sciences agricoles, dont nous citerons les appréciations et les expériences.

**Prévisions de M. Lucien Lévy (1).** — M. LUCIEN LÉVY, professeur à l'*École agricole indus-*

(1) Extrait du Journal de la *Distillerie Française*.

*trielle de Douai*, a voulu se rendre compte de la consommation d'un moteur tonnant, alimenté par du Pétrole ou par de l'Alcool.

Le savant professeur a pris comme base de ses calculs le moteur le plus usuel, à quatre temps avec compression, en supposant la combustion complète et le cycle parfait.

Placé dans ces conditions très particulières, il a établi le nombre de chevaux-heure produits théoriquement par un franc d'alcool de benzine, de pétrole, de gaz d'éclairage, faisant explosion en présence du volume d'air strictement nécessaire (I) et en présence d'un volume d'air double (II).

Nature de l'hydrocarbure	Nombre de chevaux-heure	
	I	II
Alcool à 90°.....	9 ch. h.	8, 50 ch. h.
Pétrole lampant.....	15 —	13, 60 —
Essence pétrole.....	12 —	11, 25 —
Gaz d'éclairage.....	8 —	7, 80 —
Huile de distillerie .....	30 —	27, 50 —



Les prix de ces diverses substances étant supposés les suivants :

Alcool . . . . .	40 francs les	100 kil.
Pétrole lampant . . . .	35 —	100 »
Essence de pétrole . . .	45 —	100 »
Gaz d'éclairage . . . .	30 centimes le mètre c.	
Huile de distillerie . . .	12 francs les	100 kil.

Il résulte de là que si l'on employait dans un moteur tonnant, un mélange de 25 kil. d'alcool avec 25 kil. d'huile de distillerie, le tout valant 13 francs, on produirait la même force qu'avec 33 kil. de pétrole valant le même prix.

M. LUCIEN LÉVY, du reste, ne manque pas de faire remarquer que ce sont là purs calculs de calorimétrie, et que le pétrole ne produit guère dans la pratique, que le tiers de la force théorique indiquée par le calcul. Il y a là, un avantage à l'actif de l'Alcool, dont la combustion est naturellement plus parfaite que celle du Pétrole. C'est sur quoi insiste M. SAILLARD.

**Opinion de M. Émile Saillard (1).** — Il ne semble pas impossible qu'on arrive à remplacer les moteurs à pétrole par des moteurs à alcool.

(1) Professeur à l'École agricole industrielle de Douai.

Les chimistes et les physiciens diront, il est vrai, que le pétrole coûte moins cher que l'alcool et a un pouvoir calorique supérieur. Cette objection n'est pas autrement effrayante.

Les résultats donnés par la calorimétrie, étant obtenus en faisant brûler une quantité déterminée de combustible dans un volume rigoureusement suffisant d'oxygène ou dépassant légèrement le nécessaire, ne sont pas strictement applicables en pratique.

Ce n'est pas en présence d'oxygène pur que le Pétrole et l'Alcool sont appelés, en réalité, à transformer leur hydrogène en vapeur d'eau et leur carbone en gaz carbonique ; c'est en présence d'air, c'est-à-dire d'un mélange à 23 pour cent d'oxygène et 77 pour cent d'azote.

Or, 1 kilogramme de pétrole exige, pour la combustion complète, 15,117 kil. d'air qui renferment 11,64 kil. d'azote, tandis que 1 kil. d'alcool à 90° n'en demande que 7,567 kil. représentant 5,82 kil. d'azote.

Au contact de la flamme, l'azote s'échauffe sans prendre part à la combustion, et il emporte, au sortir du moteur, un certain nombre de calories qui restent inutilisées.

La perte de ce chef est donc beaucoup moins grande pour l'alcool que pour le pétrole.

Au surplus, il est très difficile d'obtenir une combustion complète du pétrole : beaucoup de particules charbonneuses échappent totalement à l'action de l'oxygène, ou sont simplement portées à l'incandescence.

L'Alcool est plus favorisé à cet égard : *comme il renferme plus du tiers de son poids d'oxygène* (16 gr. sur 46), il peut trouver plus facilement, dans l'air ambiant, le comburant qui lui est nécessaire, et il brûle complètement, sans fumée.

Il y aurait donc, tout au moins, une étude à faire, surtout si l'on tient compte de l'abaissement du prix de l'alcool qui résulterait de la suppression partielle ou totale des droits perçus par l'État sur ce produit.

**Expériences de M. Ringelmann**, communiquées à la *Société nationale d'Agriculture de France*.

La *Société d'agriculture de Meaux*, présidée par M. J. BÉNARD, avait mis à la disposition de M. RINGELMANN les crédits nécessaires à ces

expériences qui, par autorisation spéciale, ont été effectuées à la *Station d'essais des Machines agricoles*.

Relativement à l'essence minérale, l'alcool émet peu de vapeurs à la température de 15 à 20 degrés ; voici d'ailleurs quelques chiffres parmi les résultats obtenus :

	Alcool.	Essence minérale.	Pétrole lampant.
	—	—	—
Densité à 15° C.....	834	708	800
Température de l'air.....	18°	18°	17°,10
— du liquide.....	15°60	15°,20	16°,40
Poids, en grammes, évaporé par heure et par décimètre carré.....	3,47	9,37	1,83

Ces chiffres indiquaient qu'il fallait procéder aux recherches sur un moteur à essence minérale : le type adopté fut un moteur horizontal de 2 à 3 chevaux, du cycle à 4 temps, à allumage électrique et à soupapes automatiques, construit par M. BROUHOT, de Vierzon.

Le moteur ne peut pas partir seul avec l'alcool, ce combustible émettant trop peu de vapeurs à la température de 15 à 20 degrés ;

mais il ne faut pas songer à réchauffer le vaporisateur par une lampe extérieure : il y a trop de dangers d'incendie. M. RINGELMANN a tourné la difficulté en faisant fonctionner pendant cinq minutes environ le moteur avec de l'essence minérale, et, lorsque la température moyenne des gaz de la décharge atteint 70 degrés environ, on commence l'alimentation à l'alcool en ayant soin de modifier la composition du mélange tonnant (pour le même volume d'air introduit par la soupape d'admission il faut plus de vapeurs d'alcool que de vapeurs d'essence). Il résulte de ces expériences que les rapports des dépenses des combustibles pour obtenir la même puissance, sont :

Moteur à pétrole lampant.....	1 franc.
Moteur à essence minérale.....	3 fr. 95.
Moteur à alcool.....	10 fr. 50.

M. RINGELMANN compte vérifier prochainement ces chiffres sur un moteur de trois quarts de cheval du système BENZ, que M. BARBIER a promis de mettre à sa disposition ; il espère arriver à faire fonctionner ce moteur après une mise en train à l'essence minérale, si toutefois l'allumage par incandescence, dont il est

pourvu ne donne pas des explosions anticipées avec les vapeurs d'alcool.

Au point de vue de la Calorimétrie, 1 kil. 570 d'alcool absolu donnant la même quantité de chaleur que 1 kil. de pétrole lampant, la question se résume ainsi : le jour où les 157 kilog. d'alcool dénaturé seront vendus, en France, au même prix que les 100 kilog. de pétrole, il y aura lieu de se préoccuper des moteurs à alcool. Aux cours actuels de Berlin (29 fr. les 100 kilog.), les 157 kilog. d'alcool, représentant 45 fr. 53 ne peuvent lutter contre les 100 kilog. de pétrole valant 22 fr. en Allemagne et 35 fr. dans notre pays.

Avec les résultats des essais ci-dessus l'alcool devrait être vendu à raison de 10 francs l'hectolitre pour être équivalent, au point de vue économique, au pétrole lourd valant 30 francs l'hectolitre.

**La Question de l'Alcool moteur**, ne paraît donc, *a priori* guère plus simple que la *Question de l'alcool de Consommation*. Il y a cependant moyen, peut-être, en y regardant d'un peu près, de les résoudre, sinon l'une par l'autre, du moins ensemble et l'une aidant l'autre.

Envisageons d'abord les considérations, chiffres et conclusions émises par les distingués professeurs que nous venons de citer.

M. LUCIEN LÉVY, constate que ses chiffres théoriques sont beaucoup au-dessus de la vérité.

M. RINGELMANN, nous donne des résultats d'expériences remarquablement exécutées, comme toutes celles qui ont pour théâtre la *Station d'Essais des Machines agricoles*; mais, il base ses conclusions, surtout sur la généralisation de l'emploi du Pétrole lampant. Or, tous les *Chauffeurs* savent qu'il n'existe pas, actuellement, une seule Voiture à pétrole consommant autre chose que de l'essence à 750: hé bien, cette essence à 750 vaut 45 francs les 100 kil. [34 francs l'hectolitre], et il en faut 0 lit, 68 pour produire un cheval-heure, tandis qu'il est nécessaire, pour produire la même force de brûler 0 lit, 88 d'alcool à 90° [d'après les expériences de M. RINGELMANN]; d'où il résulte que si l'alcool pouvait se vendre à raison de 26 fr, 80 l'hectolitre, le cheval-heure serait produit au même prix qu'avec l'essence de pétrole pesant 750.

Or, il me paraît absolument certain que si

*l'État*, cet État dont les lois économiques bien ou mal faites enrichissent ou ruinent un pays, le voulait bien, on pourrait vendre les Alcools d'industrie non rectifiés et dénaturés au prix de 22 francs l'hectolitre, d'autant plus que, conservant la faible proportion d'huiles de distillerie qu'ils contiennent naturellement, leur pouvoir calorifique en serait augmenté.

**Le Monopole des Alcools**, dont il est question depuis si longtemps, accomplirait ce miracle d'ouvrir à notre Agriculture une source de profits considérables par la production des Alcools d'industrie, en quantités colossales, insoupçonnées !

L'État réaliserait, lui aussi, de remarquables recettes, en donnant d'une main l'*Alcool moteur* à un prix extraordinaire de bon marché et de l'autre, l'*Alcool boisson* à un taux excessif de cherté, en enrayant, par dessus le marché, les méfaits de l'Alcoolisme ! Le Public, de son côté, y gagnerait d'être débarrassé de l'odeur infecte généralement produite par la combustion imparfaite des Pétroles.





## CONCLUSIONS

J'ai tâché, après chacune de mes Études, de présenter sous une forme concise le résultat synthétique de mes observations, et de jeter un coup d'œil sur l'avenir réservé à chacune des formes de la Locomotion sur routes, auxquelles peuvent se prêter les divers Véhicules automobiles.

Pour ce qui est des *Vélocipèdes*, la question me paraît de plus en plus jugée, dans le sens que j'ai indiqué : c'est une affaire réglée, et il n'y a pas à y revenir.

Mais, il est loin d'en aller aussi nettement lorsqu'il est question de Vapeur, de Pétrole, d'Électricité...

Peut-on se contenter de dire que la Vapeur sera convenable aux transports des lourdes charges, le Pétrole à la promenade à la campagne ou au tourisme sur les grandes routes, et l'Électricité au service en ville ?

Est-il bien vrai que les choses soient aussi réellement simples ?

La Vapeur aura toujours contre elle la nécessité d'un foyer extérieur à entretenir, et d'une suffisante provision d'eau à transporter et à renouveler.

L'Électricité semble pour longtemps contrainte à opérer dans un faible rayon autour d'usines génératrices.

L'Hydrocarbure seul se suffit à lui-même et permet, moyennant un approvisionnement de faible poids et peu encombrant, de se lancer bravement à travers l'espace sans souci des distances !

Le Pétrole a pour lui, jusqu'à nouvel ordre, son faible prix et son approvisionnement facile sous toutes les latitudes.

L'Alcool et l'Acétylène auront, de leur côté, cet avantage, qu'étant des corps à composition chimique définie, les mélanges détonants dont

ils seront la base, pourront toujours être exactement dosés, ce qui leur assurera la combustion complète, impossible à obtenir sûrement avec les Pétroles et le Gaz d'éclairage.

— Vous êtes donc partisan des *Voitures à hydrocarbures* ?

— Je l'avoue : en particulier des Voitures à *Acétylène* et mieux encore à *Alcool*, si l'État le voulait.

— Mais, justement, ne vous souvenez-vous pas que VILLON, le regretté et savant chimiste Lyonnais, décédé l'an dernier tout jeune encore, prétendait fabriquer de toutes pièces, au moyen de l'Acétylène, de l'Alcool absolu à 15 francs l'hectolitre ?

— Parfaitement..... Hurrah pour les Hydrocarbures!!!





## INDEX ALPHABÉTIQUE



	Pages
Accouplement élastique, <i>Raffard</i> . . . . .	146
Accumulateurs . . . . .	75
Acétylène dissous dans l'Acétone. . . . .	299
Acétylène moteur . . . . .	288, 295
Acétone dissolvant de l'Acétylène . . . . .	299
Acide carbonique . . . . .	223
Acide carbonique liquide . . . . .	227
Agriculture et Automobiles . . . . .	302
Air comprimé . . . . .	229, 240
Alcool moteur . . . . .	302, 312
<i>Alibard</i> (d') . . . . .	14
<i>Allard</i> . . . . .	234
Ambre jaune ou Succin. . . . .	11
<i>American electric Vehicle Company</i> . . . . .	211
Ammoniac. . . . .	219
<i>Ampère</i> . . . . .	16, 51, 65, 88
Ampèremètre. . . . .	51
Assimilations hydrauliques... 38, 40, 42, 43, 46, 48, 49, 50, 52, 53	
<i>Audrand et Tessié du Motay</i> . . . . .	234, 235
Avant-train fixe à Pétrole, système <i>Ponsard</i> . . . . .	273, 275
Avant-train interchangeable, système <i>Louis Lockert</i> . . . . .	282
Avant-train interchangeable, système <i>Ringelmann</i> . . . . .	279
Avant-trains interchangeables. . . . .	278
Avant-trains moteurs et directeurs . . . . .	272

Balance dynamométrique, <i>Raffard</i> . . . . .	147
<i>Belzon</i> . . . . .	225
<i>Bersey</i> . . . . .	199, 200
<i>Bertier</i> (le Père). . . . .	15
Bicycles électriques . . . . .	111, 113
Bicyclette électrique <i>Pingault</i> . . . . .	117
<i>Bogard</i> . . . . .	176
Break électrique <i>New et Mayne</i> . . . . .	202
<i>Britannia Company</i> . . . . .	201
<i>Brunel</i> . . . . .	223
 <i>Caffaret</i> . . . . .	 243
<i>Cambier</i> . . . . .	243
Capacité électrique. . . . .	21, 31, 40
<i>Cavendish</i> . . . . .	14
Chemins de fer électriques. . . . .	133
<i>Clarke</i> . . . . .	82, 88
<i>Claude et Hesse</i> . . . . .	299
<i>Clubb</i> . . . . .	199
Communication lointaine. . . . .	27, 29, 41
Conclusions . . . . .	315
<i>Cornu</i> (A). . . . .	20, 27, 39, 53
<i>Coulomb</i> . . . . .	14, 65
Coupé automobile à pétrole, système <i>Triouleyre</i> . . . .	266
Coupé électrique fermé, système <i>Darracq</i> . . . .	170, 172, 174
Couplages . . . . .	73, 74, 75
<i>Guinat</i> . . . . .	288, 295
 <i>Darracq</i> . . . . .	 129, 164, 170, 174
<i>Davidson</i> . . . . .	111
Dédicace . . . . .	5
Dépolarisation . . . . .	68

Diligence à Pétrole d'Oran à Mostaganem, système	
<i>Gambier</i> . . . . .	243
Distribution électrique système <i>Mildé-Mondos</i> , à cour-	
rants continus. . . . .	195
<i>Dodement</i> . . . . .	272
<i>Dufay</i> . . . . .	13
Dynamos . . . . .	80, 85, 89
<i>Electric Carriage Wagon company</i> . . . . .	214
Électricité : origines et historique . . . . .	11
Électricités statique et dynamique . . . . .	21, 34, 36
<i>Electric motive Power Company</i> : Omnibus électrique. . . . .	199
Électro-aimant . . . . .	16, 80
Electrobats <i>Morris et Salom</i> . . . . .	203
Entrainement électrique. . . . .	117, 119, 121, 123
Erg . . . . .	65
Excitation . . . . .	86
Expériences de <i>M. Raffard</i> (1881). . . . .	134
Expériences de Roubaix, Bruxelles, Londres (1883) . . . . .	135
Exposition d'Électricité. . . . .	133
<i>Faraday</i> . . . . .	16, 41, 80, 88
Farad, Micro-farad . . . . .	65
<i>Faure</i> (Camille). . . . .	78, 126, 163
Fiacre à Pétrole <i>Léon Lefebvre</i> . . . . .	258
Fiacres automobiles à Pétrole. . . . .	252, 258, 268
Fiacres électriques de New-York. . . . .	215
<i>Fisson</i> . . . . .	247
Force électro-motrice. . . . .	35, 43, 44, 62
<i>Francq et Marchena</i> . . . . .	228
<i>Franklin</i> (Benjamin). . . . .	13

<i>Galvani</i> . . . . .	21
Galvanomètre . . . . .	45
Gaz comprimés. . . . .	219
Générateur d'Acétylène, système <i>Guinat</i> . . . . .	289
<i>Ghilliano et Christin</i> . . . . .	224
<i>Gilbert</i> , de Colchester . . . . .	12
<i>Govi</i> . . . . .	88, 107
<i>Great Horsless Carriage Compagny</i> . . . . .	199
<i>Gurney</i> . . . . .	220
<i>Hartley</i> . . . . .	238
<i>Hesse</i> (Albert) . . . . .	299
Idées actuelles des électriciens. . . . .	57
Index alphabétiques. . . . .	319
Introduction. . . . .	16, 81
Ingénieurs anglais et américains. . . . .	198
Intensité électrique. . . . .	46, 51, 60
<i>Jeantaud</i> (Charles). . . . .	147, 151, 161, 163
<i>Joule</i> . . . . .	38, 61
<i>Krieger</i> . . . . .	165
<i>Lefebvre Léon</i> . . . . .	253
<i>Lemonnier</i> . . . . .	15
<i>Lévy</i> (Lucien). . . . .	305, 313
<i>Libbey</i> . . . . .	116
<i>Lockert</i> (Louis). . . . .	282
Locomotive électrique à grande vitesse <i>Raffard</i> . . . . .	137
Locomotives électriques de Baltimore. . . . .	142
Loi de <i>Joule</i> . . . . .	61
Loi d' <i>Ohm</i> . . . . .	49, 52
<i>Lor</i> (de). . . . .	15



## VOITURES ÉLECTRIQUES

323

Machine magnéto-électrique de <i>Glarke</i> . . . . .	82
Machine électro-magnétique de <i>Pacinotti</i> . . . . .	89
<i>Mac-Mahon</i> . . . . .	221
Maison électrique <i>Mildé-Mondos</i> . . . . .	193, 196
<i>Mann</i> (W). . . . .	231
<i>Marquis</i> . . . . .	224
Masse électro-statique . . . . .	23, 26
<i>Medhurst</i> . . . . .	231
<i>Mékariski</i> . . . . .	237
Mesures numériques (signes). . . . .	24, 33
<i>Mildé</i> (Charles) . . . . .	178, 183, 192, 194
<i>Mondos</i> (Robert). . . . .	178, 183, 192, 194
Monopole des alcools. . . . .	313
<i>Morris et Salom</i> . . . . .	203
Moteur à Pétrole rotatif, <i>Dodement</i> . . . . .	272
Moteur <i>Benz</i> actuel. . . . .	247
Moteur <i>Pygmée</i> horizontal pour Voitures . . . . .	252
Moteur rotatif à Pétrole, système <i>Ringelmann</i> . . . . .	280
Moteurs à Acide carbonique . . . . .	223
Moteurs à Ammoniac. . . . .	220
Motocycles électriques. . . . .	111, 116, 126
<i>Murdoch</i> . . . . .	230
<i>New et Mayne</i> . . . . .	202
<i>New Power Company</i> , de New-York. . . . .	225
<i>Niaudet</i> (Alfred). . . . .	108, 110
<i>Nollet</i> (l'abbé). . . . .	13
<i>Ohm</i> . . . . .	38, 48, 49
Omnibus automobile électrique, <i>Raffard</i> . . . . .	127, 133
Omnibus à Pétrole, <i>Fisson</i> . . . . .	247
<i>Otto de Guéricke</i> . . . . .	12

<i>Pacinotti</i> (Antoine). . . . .	88, 108
<i>Papin</i> (Denis). . . . .	229
<i>Pecqueur</i> . . . . .	236
Phaéton électrique américain. . . . .	211
Phénomènes calorifiques. . . . .	53
Pile à deux liquides. . . . .	69, 72
Pile au bichromate de potasse . . . . .	69, 73
Pile chlorochromique du Commandant <i>Renard</i> . . . . .	72, 75
Pile de <i>Bunsen</i> . . . . .	70
Pile de <i>Grove</i> . . . . .	68
Piles primaires . . . . .	66
Piles secondaires . . . . .	66, 75
Pile type zinc-cuivre. . . . .	67
<i>Pingault</i> . . . . .	117, 121
<i>Pixii</i> . . . . .	82
<i>Planté</i> . . . . .	77
Polarisation . . . . .	68
Pompe à incendie électrique, système <i>Mondos</i> . . . . .	178
<i>Poncelet</i> (l'abbé) . . . . .	15
<i>Ponsard</i> . . . . .	272, 275
Potentiel électrique. . . . .	21, 29, 35, 40, 52, 62
<i>Pouchain</i> . . . . .	175
<i>Pouillet</i> . . . . .	38
Préface du Comte de <i>Dion</i> . . . . .	7
Principe de <i>Volta</i> . . . . .	36
Quantités électriques . . . . .	21, 23, 61
<i>Raffard</i> (N-J). . . . .	124, 127, 133, 136, 139, 115
Remise pour Voitures électriques. . . . .	191
<i>Renard</i> (commandant) . . . . .	72
Résistance électrique . . . . .	48, 49, 61

<i>Richemann</i> . . . . .	15
<i>Ricker</i> . . . . .	209
<i>Ringelmann</i> . . . . .	279, 310, 312
<i>Roussel</i> . . . . .	234
<i>Saillard (Émile)</i> . . . . .	307
<i>Sellon et Volckmar</i> . . . . .	78
Service électrique automobile <i>Mildé-Mondos</i> . . . . .	183, 190, 195
Siècle de l'Électricité . . . . .	16
<i>Siemens</i> . . . . .	86
<i>Sinsteden</i> . . . . .	76
<i>Stenzel</i> . . . . .	227
Table des chapitres . . . . .	
Table des figures . . . . .	
Tandem électrique <i>Clerc-Pingault</i> . . . . .	119, 121
Tension électrique . . . . .	22, 27
<i>Tessié du Motay</i> . . . . .	234
Tramcar électrique <i>Raffard</i> . . . . .	127
Tramway à acide carbonique . . . . .	225
Transmission électrique de la Force . . . . .	108
Travail mécanique . . . . .	54
Tricycle <i>Hartley</i> , à l'Air comprimé . . . . .	239
Tricycle électrique <i>Libbey</i> . . . . .	116
Tricycle électrique <i>Raffard</i> . . . . .	126
Tricycle électrique <i>Trouvé</i> . . . . .	113
<i>Triouleyre</i> . . . . .	266
Triplette électrique <i>Darracq</i> . . . . .	123
<i>Trouvé</i> . . . . .	113
Unités électriques . . . . .	38, 44, 47, 51, 54, 57, 59
Unités électriques C-G-S , . . . . .	57, 69, 64

<i>Vaughan-Sherrin</i> . . . . .	201
Véhicule électrique type. . . . .	67
Voiture à Air comprimé, <i>Audrand et Tessié du Motay</i> . . . . .	235
Voiture à Air comprimé, de <i>W. Mann</i> . . . . .	231
Voiture à Air comprimé, de <i>Wright</i> . . . . .	233
Voiture à gaz ammoniac, de <i>Gurney</i> . . . . .	220
Voiture à Pétrole fermée, système <i>Triouleyre</i> . . . . .	226
Voiture <i>Belzon</i> , à acide carbonique . . . . .	225
Voiture électrique. . . . .	18, 67
Voiture électrique <i>Bogard</i> . . . . .	176
Voiture électrique <i>Pouchain</i> . . . . .	175
Voiture <i>Ricker</i> . . . . .	209
Voitures à Air comprimé . . . . .	229
Voitures à Gaz comprimés. . . . .	219
Voitures à Pétrole de <i>Gautier et Wehrlé</i> . . . . .	261
Voitures de la <i>Britannia Company</i> . . . . .	201
Voitures électriques américaines. . . . .	203
Voitures électriques anglaises. . . . .	199
Voitures électriques <i>Bersey</i> . . . . .	200
Voitures électriques <i>Darracq</i> . . . . .	170, 174
Voitures électriques <i>Jeantaud</i> . . . . .	147, 151, 161
Voitures électriques <i>Kriéger</i> . . . . .	164, 166, 169
Voitures électriques <i>Mildé-Mondos</i> . . . . .	178, 183
Voitures nouvelles à Pétrole <i>Léon-Lefebvre</i> . . . . .	253
Voiturette <i>Davidson</i> . . . . .	111
<i>Volta</i> . . . . .	16, 36, 47
Volb et voltmètre. . . . .	44, 46, 47, 65
<i>Watt</i> (Kilowatt). . . . .	54, 65
<i>Wheatstone</i> . . . . .	86
<i>Wright</i> . . . . .	233



## TABLE DES FIGURES

		Pages
Figure	1. — L'abbé <i>Poncelet</i> . . . . .	17
—	2. — Véhicule électrique type. . . . .	67
—	3. — Pile zinc-cuivre. . . . .	67
—	4 à 7. — Pile <i>Bunsen</i> . . . . .	71
—	8 & 9. — Couplage en quantité. . . . .	73
—	10. — Couplage en série. . . . .	74
—	11&12. — Induction. . . . .	81
—	13& 14. — Machine de <i>Clarke</i> . . . . .	84
—	15. — Machine de <i>Pacinotti</i> . . . . .	89
—	16 à 19. — Détails de la machine <i>Pacinotti</i> . . .	94 & 95
—	20. — Motocycle <i>Libbey</i> . . . . .	116
—	21. — Tandem électrique <i>Clerc et Pingault</i> . .	121
—	22&23. — Omnibus électrique <i>Raffard</i> . . .	128 & 129
—	24 à 28. — Locomotive électrique <i>Raffard</i> . .	140 & 142
—	29. — Première Voiture <i>Jeantaud</i> . . . . .	147
—	30. — Seconde Voiture <i>Jeantaud</i> . . . . .	150
—	31 à 33. — Troisième Voiture <i>Jeantaud</i> . . . .	160
—	34. — Voiture <i>Kriéger</i> . . . . .	164
—	35&36. — Voitures <i>Darracq</i> . . . . .	170
—	37 à 39. — Pompe électrique, <i>Mondos</i> . . .	178 à 181
—	40&41. — Voiture électrique <i>Mildé-Mondos</i> .	184 & 186
—	42. — La Maison électrique <i>Mildé-Mondos</i> .	192
—	43. — Distribution électrique à courants con- tinus, système <i>Mildé-Mondos</i> . . .	194

Figure	44. — Break électrique <i>New et Mayne</i> . . .	202
—	45. — Electrobat n° 2, <i>Morris et Salom</i> . .	204
—	46&47. — Electrobat n° 5, <i>Morris et Salom</i> . . .	208
—	48. — Voiture électrique <i>Ricker</i> . . . . .	210
—	49&50. — Phaéton électrique américain . . .	212
—	51&52. — Les fiacres électriques de <i>New-Yorck</i> .	216
—	53. — Voiture à Air comprimé de <i>W. Mann</i> . .	232
—	54. — Voiture à Air comprimé de <i>Wright</i> . .	233
—	55. — Voiture à Air comprimé système <i>An-</i> <i>draud et Tessié du Motay</i> . . . . .	235
—	56. — Tricycle à Air comprimé <i>Hartley</i> . .	239
—	57&58. — Diligence à pétrole système <i>Cambier</i> . .	244
—	59. — Moteur Benz des voitures <i>Fisson</i> . .	248
—	60&61. — Omnibus à pétrole <i>Fisson</i> . . . . .	250
—	62. — Moteur à pétrole <i>Pygmée</i> . . . . .	252
—	63 à 65. — Détail du mécanisme du Fiacre à pé- trole, <i>Léon Lefebvre</i> . . . . .	248 & 256
—	66&67. — Fiacre à Pétrole, <i>Léon Lefebvre</i> . .	258
—	68 à 71. — Voitures <i>Gautier et Wehrle</i> . . .	261 à 264
—	72 à 75. — Coupé à Pétrole de <i>M. Triouleyre</i> .	266 à 268
—	76&77. — Moteur rotatif système <i>Dodement</i> . .	274
—	78. — Avant-train fixe, système <i>Ponsard</i> .	276
—	79. — Avant-train moteur interchangeable, système <i>Ringelmann</i> . . . . .	279
—	80. — Moteur rotatif système <i>Ringelmann</i> . .	281
—	81 à 83. — Avant-train moteur interchangeable, système <i>Louis Lockert</i> . . . . .	284
—	84&85. — Gazogène à Acétylène système <i>Cuinat</i>	290

# TABLE DES CHAPITRES

---

	Pages
DÉDICACE . . . . .	5
PRÉFACE par M. le comte <i>de Dion</i> , V. Président de l' <i>Automobile-Club de France</i> . . . . .	7
Châpitre I. — Électricité, historique. . .	11
— II. — Quantité, potentiel, etc. .	21
— III. — Assimilations hydrauliques : Unités électriques. . . . .	38
— IV. — Définitions et valeur des Unités C-G-S. . . . .	57
— V. — Piles primaires et Piles secondaires. . . . .	66
— VI. — Dynamos et Moteurs. . . . .	80
— VII. — Bicycles et Motocycles électriques. . . . .	111
— VIII. — Véhicules automobiles électriques <i>Raffard</i> . . . . .	125

<b>Chapitre IX.</b> — Les Voitures <i>Jeantaud</i> . .	147
— <b>X.</b> — Voitures <i>Krieger</i> , <i>Dar-</i> <i>racq</i> et autres. . . . .	164
— <b>XI.</b> — Voitures <i>Mildé-Mondos</i> . .	178
— <b>XII.</b> — Voitures étrangères. . . .	198
— <b>XIII.</b> — Voitures à Gaz comprimés. .	219
— <b>XIV.</b> — Voitures à Air comprimé. .	229
— <b>XV.</b> — Diligences et Omnibus à pétrole . . . . .	241
— <b>XVI.</b> — Fiacres à pétrole . . . . .	251
— <b>XVII.</b> — Avant-trains moteurs et di- recteurs. . . . .	272
— <b>XVIII.</b> — Acétylène et Alcool . . . .	288
CONCLUSIONS. . . . .	315
Index Alphabétique. . . . .	319
<i>Table des Figures</i> . . . . .	327
TABLE DES CHAPITRES. . . . .	329




---

Tours et Mayenne, Imprimeries E. SOUDÉE.











